الممارسات الزراعية

لمكافحة أمراض وآفات وحشائش الخضر

البدائل العلمية والعملية المتكاملة

سلسلة "تقدمات فى تكنولوجيا إنتاج الخضر"

الممارسات الزراعية
لمكافحة أمراض وآفات وحشائش الخضر
البدائل العلمية والعملية المتكاملة

تأليف

أ. د. أحمد عبدالمنعم حسن

أستاذ الخضر المتفرغ

كلية الزراعة – جامعة القاهرة

الدار العربية للنشر والتوزيع

الطبعة الأولى

٢٠١٠

حقوق النشر

الممارسات الزراعية
لمكافحة أمراض وآفات وحشائش الخضر
البدائل العلمية والعملية المتكاملة

رقم الإيداع : ١٤٤١٢/٢٠٠٩

I. S. B. N. : 977-258-372-0

للدار العربية للنشر والتوزيع

٣٢ شارع عباس العقاد - مدينة نصر

ت : ٢٢٧٥٣٣٣٥ فاكس : ٢٢٧٥٣٣٨٨

مقدمة الناشر

يتزايد الاهتمام باللغة العربية فى بلادنا يومًا بعد يوم. ولاشك أنه فى الغد القريب ستستعيد اللغة العربية هيبتها التى طالما امتهنت وأذلت من أبنائها وغير أبنائها. ولا ريب فى أن امتهان لغة أية أمة من الأمم هو إذلال ثقافى فكرى للأمة نفسها؛ الأمر الذى يتطلب تضافر جهود أبناء الأمة رجالاً ونساءً، طلابًا وطالبات، علماء ومثقفين، مفكرين وسياسيين فى سبيل جعل لغة العروبة تحتل مكانتها اللائقة التى اعترف المجتمع الدولى بها لغة عمل فى منظمة الأمم المتحدة ومؤسساتها فى أنحاء العالم، لأنها لغة أمة ذات حضارة عريقة استوعبت - فيما مضى - علوم الأمم الأخرى، وصهرتها فى بوتقتها اللغوية والفكرية. فكانت لغة العلوم والأدب، ولغة الفكر والكتابة والمخاطبة.

إن الفضل فى التقدم العلمى الذى تنعم به أوروبا اليوم يرجع فى واقعه إلى الصحوة العلمية فى الترجمة التى عاشتها فى القرون الوسطى. فقد كان المرجع الوحيد للعلوم الطبية والعلمية والاجتماعية هو الكتب المترجمة عن اللغة العربية لابن سينا وابن الهيثم والفارابى وابن خلدون وغيرهم من عمالقة العرب، ولم ينكر الأوروبيون ذلك، بل يسجل تاريخهم ما ترجموه عن حضارة الفراعنة والعرب والإغريق، وهذا يشهد بأن اللغة العربية كانت مطواعة للعلم والتدريس والتأليف، وأنها قادرة على التعبير عن متطلبات الحياة وما يستجد من علوم. وأن غيرها ليس بأدق منها، ولا أقدر على التعبير.

ولكن ما أصاب الأمة من مصائب وجمود بدأ مع عصر الاستعمار التركى. ثم البريطانى والفرنسى. عاق اللغة عن النمو والتطور. وأبعدها عن العلم والحضارة، ولكن عندما أحس العرب بأن حياتهم لابد من أن تتغير، وأن جمودهم لابد أن تدب فيه الحياة. اندفع الرواد من اللغويين والأدباء، والعلماء فى إنماء اللغة وتطويرها، حتى أن مدرسة قصر العينى فى القاهرة، والجامعة الأمريكية فى بيروت درستا الطب بالعربية أول إنشائها. ولو تصفحنا الكتب التى ألفت أو تُرجمت يوم كان الطب يدرس فيهما باللغة العربية لوجدناها كتبًا ممتازة لا تقل جودة عن أمثلتها من كتب الغرب فى ذلك الحين، سواء فى الطبع، أو حسن التعبير. أو براعة الإيضاح، ولكن هذين المعهدين تنكرا للغة العربية فيما بعد. وسادت لغة المستعمر. وفُرضت على أبناء الأمة فرضًا. إذ رأى المستعمر فى خنق اللغة العربية مجالاً لعرقلة الأمة العربية.

وبالرغم من المقاومة العنيفة التى قابلها، إلا أنه كان بين المواطنين صنائع سبقوا الأجنبى فيما يتطلع إليه. فتفننوا فى أساليب التملق له اكتسابًا لمرضاته. ورجال تأثروا بحملات المستعمر الظالمة، يشككون فى قدرة اللغة على استيعاب الحضارة الجديدة. وغاب عنهم ما قاله الحاكم الفرنسى لجيشه الزاحف إلى الجزائر: "علموا لغتنا وانشروها حتى نحكم الجزائر، فإذا حكمت لغتنا الجزائر، فقد حكمناها حقيقة".

فهل لى أن أوجه نداءً إلى جميع حكومات الدول العربية بأن تبادر - فى أسرع وقت ممكن - إلى اتخاذ التدابير، والوسائل الكفيلة باستعمال اللغة العربية لغة تدريس فى جميع مراحل التعليم العام، والمهنى. والجامعى، مع العناية الكافية باللغات الأجنبية فى مختلف مراحل التعليم لتكون وسيلة الإطلاع على تطور العلم والثقافة والانفتاح على العالم. وكلنا ثقة من إيمان العلماء والأساتذة بالتعريب، نظرًا لأن استعمال اللغة القومية فى التدريس ييسر على الطالب سرعة الفهم دون عائق لغوى، وبذلك تزداد حصيلته الدراسية، ويرتفع بمستواه العلمى، وذلك يعتبر تأصيلاً للفكر العلمى فى البلاد، وتمكينًا للغة القومية من الازدهار والقيام بدورها فى التعبير عن حاجات المجتمع، وألفاظ ومصطلحات الحضارة والعلوم.

ولا يغيب عن حكومتنا العربية أن حركة التعريب تسير متابطئة، أو تكاد تتوقف، بل تحارب أحيانًا ممن يشغلون بعض الوظائف القيادية فى سلك التعليم والجامعات، ممن ترك الإستعمار فى نفوسهم عقدًا وأمراضًا، رغم أنهم يعلمون أن جامعات إسرائيل قد ترجمت العلوم إلى اللغة العبرية، وعدد من يتخاطب بها فى العالم لا يزيد عن خمسة عشر مليون يهوديًا. كما أنه من خلال زياراتى لبعض الدول واطلاعى وجدت كل أمة من الأمم تدرس بلغتها القومية مختلف فروع العلوم والآدب والتقنية، كاليابان، وإسبانيا، وألمانيا، ودول أمريكا اللاتينية، ولم تشك أمة من هذه الأمم فى قدرة لغتها على تغطية العلوم الحديثة. فهل أمة العرب أقل شأنًا من غيرها ؟!.

وأخيرًا .. وتمشيًّا مع أهداف الدار العربية للنشر والتوزيع، وتحقيقًا لأغراضها فى تدعيم الإنتاج العلمى، وتشجيع العلماء والباحثين فى إعادة مناهج التفكير العلمى وطرائقه إلى رحاب لغتنا الشريفة، تقوم الدار بنشر هذا الكتاب المتميز الذى يعتبر واحدًا من ضمن ما نشرته - وستقوم بنشره - الدار من الكتب العربية التى قام بتأليفها أو ترجمتها نخبة ممتازة من أساتذة الجامعات المصرية والعربية المختلفة.

وبهذا .. ننفذ عهدًا قطعناه على المضى قدما فيما أردناه من خدمة لغة الوحى، وفيما أرداه الله تعالى لنا من جهاد فيها.

وقد صدق الله العظيم حينما قال فى كتابه الكريم: ﴿ وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ وَسَتُرَدُّونَ إِلَى عَالِمِ الغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُم بِمَا كُنتُمْ تَعْمَلُونَ﴾.

محمد أحمد دربالة

الدار العربية للنشر والتوزيع

المقدمة

أبدأ هذه السلسلة: "تقدمات فى تكنولوجيا إنتاج الخضر" بهذا المؤَّلف: "الممارسات الزراعية لمكافحة أمراض وآفات وحشائش الخضر: البدائل العلمية والعملية المتكاملة"؛ لما لهذا الموضوع من أهمية بالغة بالنسبة لمنتجى الخضر. ولإدراكى بمقدار ما يعانيه المنتجين من مشاكل وخسائر جراء ما يصيب محاصيلهم من أمراض وآفات وما تتعرض له من حشائش.

إن أول ما يتبادر إلى ذهن منتج الخضر لأجل مكافحة أى إصابة مرضية أو أى آفة كانت هو البحث عن المبيد المناسب الكفيل بالقضاء على المرض أو الآفة، ولا بأس فى الزراعات التقليدية — وليست العضوية — من المعاملة بهذا المبيد "السوبر" إن وجد، ولكن ذلك يجب أن يكون هو الخيار الأخير. وليس الخيار الأول. وأن تكون تلك المعاملة ضمن منظومة شاملة لمختلف أساليب المكافحة المتكاملة، وذلك هو موضوع هذا الكتاب.

يتضمن الكتاب ستة عشر فصلاً موزعة على قسمين هما: الأساسيات والتطبيقات. تشتمل فصول القسم الأول على مختلف أساليب المكافحة المتكاملة. مع إعطاء اهتمام خاص للأساليب الزراعية (الفصل الثانى)، وبدائل المبيدات (الفصلين الثالث والرابع)، والمقاومة الحيوية والمقاومة الجهازية المستحثة (الفصول السادس والسابع والثامن)، والمبيدات (الفصل الخامس). أما فصول القسم الثانى فهى تتعامل مع أساليب المكافحة المتكاملة لمختلف الأمراض الفطرية (الفصل التاسع). والبكتيرية (الفصل العاشر)، والفيروسية (الفصل الحادى عشر)، والنيماتودية (الفصل الثانى عشر). والحشرية ومختلف الآفات الحيوانية (الفصل الثالث عشر)، وكذلك مكافحة الحشائش (الفصل الرابع عشر)، ومختلف أمراض وآفات الزراعات المحمية (الفصل الخامس عشر). ومنتجات الخضر بعد الحصاد (الفصل السادس عشر).

أرجو من الله أن أكون قد وفِّقت فى عرض هذا الموضوع، وأن يكون مردودة على

العالم العربى تقدمًا فى إنتاج الخضر لا يضـر بالبيئـة ولا بصـحة الإنسـان، وأن يكـون أفضل للمنتجين اقتصاديًّا.

وما توفيقى إلا بالله.

أ. د. أحمد عبد المنعم حسن

محتويات الكتاب

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الفصل الرابع

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الفصل الثانى عشر

الصفحة

القسم الأول

الأساسيات

الفصل الأول

مفهوم المقاومة المتكاملة

إن المكافحة المتكاملة للآفات Integrated Pest Management هى استراتيجية بيئية الأساس، وتعتمد على العوامل الطبيعية غير المناسبة لتلك الآفات، سواء أكانت تلك العوامل كائنات ممرضة أم مفترسة لها، أم متطفلات عليها، أم ظروفًا جوية أو ممارسات زراعية لا تناسبها، أم أصناف مقاومة لها. وتدخل المكافحة الكيميائية ضمن مكونات وسائل المكافحة المتكاملة، ولكن كإجراء أخير.

ويمكن اعتبار أن المكافحة المتكاملة هى استراتيجية الحد من استخدام المبيدات — لمجرد تقليل استخدامها — أو اعتبارها استراتيجية المحافظة على المبيدات المتداولة؛ بهدف إطالة فترة استعمالها كمبيدات فعالة ضد الآفات الهامة، والهدف النهائى منها هو مكافحة الآفات الضارة بطريقة اقتصادية، مع المحافظة على سلامة البيئة والحياة البرية.

وتعتمد المكافحة المتكاملة على توفر معلومات دقيقة ومستمرة عن التغيرات فى أعداد الحشرات، والتنبؤ بمدى انتشار مسببات الأمراض — قبل حدوث الأوبئة — وذلك فى الظروف البيئية السائدة بكل منطقة وفى كل موسم زراعى (عن Chrispeels & Sadava ١٩٩٤).

مقومات المكافحة المتكاملة للآفات

تندرج كافة الطرق المستخدمة فى مكافحة الأمراض والآفات النباتية تحت أربع استراتيجيات رئيسية؛ هى:

١ — الاستبعاد Execlusion:

وتضم كل الطرق التى تكفل منع الآفة — أيًا كانت — من دخول منطقة الزراعة، سواء أكانت هذه المنطقة حقلاً خاصًا، أم دولة بأكملها.

٢ — الاستئصال Eradication:

وتضم كل الطرق التى تكفل الاستئصال التام للآفة والتخلص منها، سواء أكان ذلك على مستوى النبات الواحد، أم على مستوى الحقل، أم الدولة.

٣- الحماية Protection:

وتدخل ضمن ذلك كل الطرق التى تكفل حماية النبات من الإصابة بالآفة برغم وجودها فى بيئة الزراعة.

٤- إدخال صفة المقاومة الوراثية فى الأصناف المزروعة Immunization:

ويتضمن ذلك استخدام الطرق المعروفة لتربية النبات فى نقل صفة المقاومة للأمراض من الطرز البرية والأصناف غير المرغوبة إلى الأصناف المستخدمة فى الزراعة التجارية. وهو ما يعرف بالتربية لمقاومة الآفات Breeding for Pest Resistance.

الاستبعاد

يعنى تطبيق مبدأ الاستبعاد فى مكافحة الآفات والأمراض أن تلك الآفات أو مسببات الأمراض لا توجد أصلاً فى منطقة الزراعة، ويكون الهدف هو العمل بكل الوسائل المتاحة لاستمرار منع الآفة من دخول منطقة الزراعة.

وتتوقف الوسائل الممكن تطبيقها على ماهية منطقة الزراعة؛ فإن كانت صوبات (أو بيوتًا محمية) أمكن تطبيق مبدأ الاستبعاد عليها بإحكام؛ باستعمال أبواب مزدوجة، ووضع سائل مطهر يتحتم الخوض فيه لتطهير الأحذية قبل الوصول إلى داخل الصوبة، وتعقيم مخاليط الزراعة المستعملة فى إنتاج الشتلات المعدة للزراعة بالصوبة، وتغطية كافة فتحات التهوية بالشباك الدقيقة جدًّا التى تمنع نفاذ الحشرات حتى الدقيقة منها، وتغطية وسائد التبريد بأغطية البوليسترين أو البولى بروبلين؛ لمنع دخول الذبابة البيضاء وغيرها من الحشرات الصغيرة الحجم، وغير ذلك كثير من طرق الاستبعاد.

أما إن كانت منطقة الزراعة المعنية حقلاً إنتاجيًّا فإن أهم وسائل الاستبعاد تكون استعمال تقاوٍ سليمة وخالية من الآفات ومسببات الأمراض؛ الأمر الذى لا يأتى إلا بالحصول على التقاوى (سواء أكانت بذورًا، أم درنات، أم فسائل ... إلخ) من مصادر موثوق بها. كذلك يتحتم استعمال شتلات سليمة تمامًا فى الزراعة؛ بإنتاجها فى تربة معقمة وخالية من مسببات الأمراض، وخاصة تلك التى تعيش فى التربة، والتى يمكن أن تنتشر فى الحقل إذا ما استخدمت شتلات مُصابة فى الزراعة. وعلى منتج الخضر أن يكون حريصًا كذلك على خلو الشتلات من الأمراض عند شرائه لها من مشاتل تجارية.

وأما إن كان المعنى بمنطقة الزراعة دولة بأكملها أو جزءًا من دولة. فإن الأمر يصبح بيد السلطات الزراعية المسئولة عن تنفيذ مهمة الاستبعاد؛ من خلال ما يُعرف بالحجر الزراعى النباتى Plant Quarantine.

إن المفهوم المعروف للحجر الزراعى النباتى هو الإبقاء على النباتات الخضرية التكاثر – أو زراعة بذور النباتات الجنسية التكاثر – فى مكان منعزل؛ حتى يثبت خلوها من الإصابات المرضية، لكن المفهوم الاشمل للحجر الزراعى يتضمن أيضًا ما يتعلق بتنظيم انتقال النباتات من مكان إلى آخر، خاصة بين الدول بعضها وبعض (Khan ١٩٧٠، و Commonwealth Mycological Institute ١٩٨٣، و Franklin ١٩٨٦). وهذه الإجراءات تقوم بها الدول والحكومات، ولا يمكن أن يقوم بها المزارعون أو التعاونيات.

هذا وقد أفاد الحجر الزراعى فى منع دخول كثير من الآفات المرضية والحشرية إلى عديد من دول العالم. ويعنى المهتمون بالشئون الزراعية – فى كل دولة – بعدد من الآفات غير الموجودة فى الدولة لتطبيق الحجر الزراعى عليها. وتقوم السلطات المختصة بإعدام شحنات الأغذية أو النباتات الخضرية أو البذور التى يُكشف وجود هذه الآفات بها.

وبسبب التشدد فى تطبيق الحجر الزراعى ومبدأ الاستبعاد، فإن البذور يتم إنتاجها فى ظروف بيئية لا تساعد على انتشار الأمراض؛ حيث تُنتج فى مناطق جافة تقل فيها الأمطار أو تنعدم خلال موسم إنتاج البذور.

كذلك فإن إنتاج تقاوى البطاطس يتم تحت رقابة شديدة تجعل من الممكن الحصول على تقاوٍ خالية من الأمراض الفيروسية. بالرغم من وجود عديد من الفيروسات التى تصيب البطاطس، والتى يمكن أن تجعل البطاطس غير اقتصادية إن لم تتخذ هذه الإجراءات الصارمة عند إنتاج التقاوى المعتمدة. ويحدث نفس الشئ بالنسبة لمحاصيل الخضر الأخرى الخضرية التكاثر مثل الفراولة.

ومن الإجراءات العادية حاليًا اللجوء إلى زراعة الأنسجة للحصول على شتلات، أو فسائل، أو درنات ... إلخ خالية من الإصابات الفيروسية. وتبدأ عملية الإكثار بزراعة القمة النامية التى تكون – عادة – خالية من الفيروسات.

ومن الطبيعى أن منتج الخضر العادى ليس من اختصاصه إنتاج بذوره أو اللجوء إلى مزارع الأنسجة لإنتاج شتلاته، ولكنا نذكر ذلك ليأخذه فى حسبانه عن شرائه للتقاوى؛ لكى يضع مبدأ الاستبعاد موضع التنفيذ.

وعمومًا .. فإن دور منتج الخضر فى تطبيق مبدأ الاستبعاد ليس كبيرًا إذا قورن بالدور الذى يتعين عليه القيام به فى تطبيق مبدأى الاستئصال والوقاية.

الاستئصال

يعنى تطبيق مبدأ الاستئصال Eradication فى مكافحة الأمراض والآفات أن الآفة المعنية توجد فى المزرعة، وأن طرق المكافحة توجه نحو قتلها والتخلص منها. وقد توجه جهود المكافحة نحو الآفة وهى مازالت فى بيئة الزراعة ولم تصل بعد إلى النباتات، أو قد توجه نحو النبات الذى أصبح حاملاً للآفة أو مصابًا بها، أو توجه نحو البيئة والنباتات معًا، كما فى حالة المكافحة الحيوية.

ومن أمثلة طرق الاستئصال التى توجه نحو الآفة - التى توجد فى بيئة الزراعة ولكنها لم تصل إلى النباتات - ما يلى:

١- تعقيم التربة، وبيئات نمو الجذور، وأوعية النباتات، والمواد المستخدمة فى الزراعة.

٢ - التخلص من بقايا النباتات المصابة ومن الحشائش الحاملة للآفات:

يمكن التخلص من كثير من الحشرات التى تقضى الشتاء فى بقايا النباتات فى الحقل؛ وذلك بحرث هذه النباتات وقلبها فى التربة، لكن هذه الطريقة قد لا تكون فعالة بالنسبة لمسببات الأمراض التى يمكنها أن تعيش فى بقايا النباتات فى التربة، وذلك لحين تمام تحللها.

ويؤدى حرث التربة إلى سحق بعض الحشرات ميكانيكيًا، وتعريض البعض الآخر للأعداء الطبيعية، ويدفن البغض أيضًا على أعماق كبيرة؛ حيث لا تستطيع الخروج ثانية.

وبعض الحشرات تقضى الشتاء البارد فى جذور الحشائش المعمرة، ومثل هذه الحشائش يلزم التخلص منها، كما أنه من الضرورى التخلص من النباتات المحيطة بالحقل، ومن الحشائش الأخرى التى تتخذها الحشرات مأوى لها.

٣- اتباع دورة زراعية طويلة تتعاقب فيها زراعة محاصيل غير قابلة للإصابة بعد المحصول القابل للإصابة؛ بغرض إهلاك الآفة التى لا تجد مأوى لها.

ويعتبر القضاء على مرض تثألل البطاطس (الذى يسببه الفطر *Synchytrium endobioticum*) فى ولاية ميرلاند الأمريكية (Putnam & Sindermann ١٩٩٤) من الأمثلة الناجحة فى هذا الشأن.

ومن أمثلة طرق المكافحة التى توجه نحو النبات الحامل للإصابة لتطهيره منها، أو توجه نحو النبات المصابة لتخليصه منها ما يلى:

١- معاملة البذور بالمبيدات الفطرية أو الحشرية لتطهيرها من الفطريات التى تكون عالقة بسطحها، أو من الحشرات التى تكون مختلطة بها. وتؤدى هذه المعاملة أيضًا إلى حماية البادرات النابتة من الإصابة بأعفان البذور والجذور ومرض سقوط البادرات.

٢- معاملة البذور والأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر بالحرارة؛ لتخليصها من الآفات ومسببات الأمراض المختلفة الفطرية، أو البكتيرية، أو الفيروسية. أو النيماتودية، أو الحشرية التى تصيبها.

٣- رش النباتات بالمبيدات الجهازية لتخليصها من الإصابات الحشرية ومن بعض الإصابات المرضية. ولا يلزم فى تلك الحالة إيصال المبيد إلى كل السطح النباتى؛ نظرًا لأنه ينتقل من الأجزاء المعاملة إلى داخل النبات؛ حيث يصبح جهازيًّا. ويؤدى إلى قتل الآفات المعنية بالمكافحة، كما يحميها من أية إصابات جديدة طوال فترة فاعلية المبيد. وفى ذلك تطبيق لمبدأى الاستئصال والوقاية معًا.

٤-المكافحة بالمضادات الحيوية.

٥- التقليم كوسيلة لاستئصال الجزء النباتى المصاب والتخلص منه بعيدًا عن المزرعة. وهذه الطريقة أكثر شيوعًا فى أشجار الفاكهة، منها فى محاصيل الخضر.

ويتعرف القارئ لدى متابعته لفصول هذا الكتاب على عديد من الوسائل الأخرى التى تأخذ مبدأ الاستبعاد فى الحسبان، والتى يتعين على منتج الخضر الأخذ بها حتى تكون المكافحة متكاملة.

الحماية أو الوقاية

لا شك فى أن الوقاية خير من العلاج، وهو مبدأ ينطبق على الأمراض والآفات التى تصيب النباتات .. تمامًا كما ينطبق على حالات أمراض الإنسان والحيوان.

ويقصد بحماية النباتات أو وقايتها تزويدها بالوسائل التى تجعلها أكثر قدرة على مقاومة الآفة عند محاولتها إصابته والتطفل عليه. وجميع الطرق المتبعة فى هذا الشأن غير وراثية؛ بمعنى أنها لا تُحدِث ولا تتطلب تغييرات فى التركيب الوراثى للنبات لجعله أكثر مقاومة.

ومن أمثلة طرق الحماية حقن النباتات بالسلالات الضعيفة من أحد الفيروسات؛ لإكسابها مناعة ضد السلالات القوية من نفس الفيرس، والتطعيم على أصول مقاومة للأمراض، والمعاملة الوقائية بالمبيدات، وغيرها من طرق الحماية التى يأتى بيانها فى هذا الكتاب.

ويعد الرش الدورى الوقائى بالمبيدات — وخاصة المبيدات الفطرية — إحدى الممارسات التى أصبحت مستقرة فى أذهان الكثيرين من منتجى الخضر، وهو أمر طبيعى فى غياب أية خدمات خاصة بالتنبؤات بالأمراض، والتى يجب أن يتم على أساسها إجراء الرش الوقائى. ولكن مع التزايد المستمر فى أسعار المبيدات وزيادة الوعى بأضرارها أصبح من الضرورى توجيه مزيد من الاهتمام نحو موضوع التنبؤ بالأمراض وانتشار الأوبئة، وهو أمر يخص الجهات الزراعية المسئولة.

ومن أهم الأسس التى طورت حديثًا والتى يقوم عليها مبدأ الحماية أو الوقاية حث النباتات على تطوير مقاومة جهازية — أو موضعية — بمعاملته بكائنات دقيقة معينة، أو بمركبات كيميائية مصنعة خاصة، أو بمستخلصات نباتية مؤثرة؛ الأمر الذى يحظى تفصيله بجانب كبير من هذا الكتاب.

المقاومة الوراثية للأمراض والآفات

شاع فى النصف الأول من القرن العشرين استخدام كلمة Immunization للدلالة على مكافحة الآفات ومسببات الأمراض بواسطة المقاومة الوراثية الطبيعية الموجودة فى النبات، أو التى يتم إدخالها فيه بواسطة طرق التربية، لكن هذه التسمية لم تعد

مقبولة؛ إذ إنها تنطبق بدرجة أدق على المناعة المكتسبة. وأصبحت المقاومة الوراثية للأمراض والآفات تعرف باسم Disease and Pest Resistance.

ويعد استخدام الأصناف المقاومة للأمراض والآفات فى الزراعة من أسهل وأرخص طرق المكافحة؛ فما على المزارع إلا أن يقوم بزراعة الصنف المقاوم لسلالة الآفة المنتشرة فى منطقة الزراعة، والذى توصى به الجهات الزراعية المسئولة.

ويقع عبء إنتاج الأصناف المقاومة على مربى النباتات. ويستغرق برنامج التربية لإنتاج الصنف الجديد ٦ سنوات فى حالة نقل صفة مقاومة يتحكم فيها جين واحد سائد من سلالة غير مرغوبة إلى صنف تجارى ناجح. ويستغرق البرنامج المماثل فى حالة المقاومة الكمية للأمراض (أى المقاومة التى يتحكم فيها عدد من الجينات) ١٢ سنة، وربما يستغرق هذا البرنامج ٢٥ سنة عندما تكون المقاومة كمية، مع اضطرار المربى إلى اللجوء إلى الأنواع البرية لعدم توفر صفة المقاومة فى النوع المزروع.

وبرغم طول الفترة التى تتطلبها برامج التربية، فإن الأصناف المقاومة للآفات كثيرة ومتوفرة، وغالبًا ما تكون أمام المُزارع فرصة للاختيار من بين عديد من الأصناف المقاومة لآفة أو مرض ما، لكن ذلك لا ينطبق على جميع الآفات، حيث لا تتوفر لبعضها أصناف مقاومة، أو حتى مصدر جيد للمقاومة.

ومنذ ثمانينيات القرن العشرين بدأ الاتجاه نحو تحسين النباتات — وبخاصة ما يتعلق بالتربية لمقاومة الأمراض والآفات — باللجوء إلى أساليب الهندسة الوراثية.

ومن الطبيعى أنه ليس من بين أهداف هذا الكتاب شرح أساسيات تربية النبات. أو تفاصيل طرق تربية النباتات لمقاومة الأمراض، أو تحسينها بالهندسة الوراثية، وجميعها علوم أساسية وضرورية لتربية وإنتاج أصناف الخضر المقاومة. ويمكن لدراسة أساسيات تربية النبات مراجعة أحد المصادر المتخصصة؛ مثل: Allard (١٩٦٤)، و Briggs & Knowles (١٩٦٧)، و Fehr (١٩٨٧)، وحسن (٢٠٠٥أ، و ٢٠٠٥ب، و ٢٠٠٥جـ). كما يمكن الرجوع إلى موضوع تحسين النباتات بأساليب التكنولوجيا الحيوية — ومنها الهندسة الوراثية — بالرجوع إلى حسن (٢٠٠٧أ)، وإلى موضوع التربية لمقاومة الأمراض والآفات فى كل من Kiraly وآخرين (١٩٧٤)، و Russell (١٩٧٨)، وحسن (٢٠٠٧ب).

متطلبات المكافحة المتكاملة

إنه لمن الأهمية بمكان – فى أى برنامج للمكافحة المتكاملة – تعريف الآفة بدقة (سواء أكانت من الفقاريات، أو مسببات الأمراض، أو الحشرات، أو الحشائش)، وتقدير مدى تواجدها. كذلك من المهم الإلمام ببيولجى الآفة التى تصيب المحصول واحتياجاتها البيئية، والعوامل التى تؤثر فى انتشارها، وأعدائها الطبيعية. وتهتم برامج المكافحة المتكاملة بخفض مستوى الإصابة المرضية والحشرية إلى الحدود التى لا تحدث معها أضرارًا اقتصادية، وليس إلى التخلص منها بصورة تامة. وفى حالة الإصابات الحشرية يتعين تواجد بعض أفراد من الحشرة لتأمين غذاء للأعداء الطبيعية حتى يمكنها التكاثر ومكافحة الإصابات الحشرية التالية.

ويمكن إيجاز متطلبات المكافحة المتكاملة فيما يلى:

أولاً: المراقبة والرصد:

تتضمن عملية المراقبة والرصد monitoring (أو Scouting) كشف تواجد الآفات وتعريفها وتحديد مستوى تواجدها (عشائرها أو أعدادها) على فترات زمنية منتظمة ومتقاربة. ويمكن استعمال مصائد الحشرات لكشف تواجدها وتحديد الفترات التى يتعين فيها تكثيف عمليات الرصد والمراقبة أو بدء المكافحة. وتتوفر طرق علمية ودقيقة بدرجة عالية من الكفاءة لرصد ومراقبة مختلف الحشرات.

إن الهدف الأساسى من مراقبة ورصد التواجد الحشرى monitoring فى حقل ما هو تحديد الوقت المناسب لبدء إجراءات المكافحة عندما تصبح ضرورية. تُجرى المراقبة على وحدات نباتية معينة تتفق مع طبيعة تغذية الحشرة؛ فمثلاً .. لا فائدة من مراقبة الحشرات القشرية على الأوراق إن كان تواجدها بالفروع، كما لا فائدة من مراقبة المن على الأوراق المسنة إن كان تواجده على الأوراق الحديثة. كما يجب أن يكون عدد الوحدات كافٍ لحصر التواجد الحشرى علمًا بأن ذلك التواجد قد لا يكون متجانسًا على النبات الواحد. ومن المهم أن تكون الطريقة المتبعة ثابتة ولا تتغير، ويفضل أن يقوم بها شخص واحد.

ومن أهم طرق مراقبة التواجد الحشرى ما يلى:

١- عدّ الحشرات على الأجزاء النباتية:

يقطع الجزء النباتى المستخدم وتسجل أعداد الحشرات المتواجدة عليه فى الحال مع استخدام عدسة مكبرة إن تطلب الأمر ذلك. وعندما تكون الأعداد كبيرة جدًا فإنها تسجل على صورة عشرات أو مئات، وقد يكتفى بتسجيل ما إن كانت الحشرات متواجدة أم غير متواجدة مع زيادة عدد العينات إلى ٥-٢٠ ضعف.

وتعد هذه الطريقة مناسبة لعدِّ الحشرات التى لا تطير أو تلك التى تسقط من على العينات بسهولة بعد فصلها، مثل المن والعنكبوت الأحمر. وأحيانًا يكتفى بتسجيل أعداد الأطوار الحشرية غير البالغة إذا كانت الأفراد البالغة سريعة الطيران بعد أخذ العينات.

٢- تسجيل أعداد الحشرات أو الإصابات الحشرية التى يمكن ملاحظتها على النبات الواحد خلال فترة زمنية محددة وثابتة.

٣- تسجيل أعداد الحشرات التى تسقط فى صينية يتم وضعها أسفل النمو النباتى الذى يتم طرقة عدد ثابت من المرات بعصاة قصيرة.

٤- تسجيل أعداد المخلفات البرازية التى تسقط على الأرض عند قاعدة النبات من الديدان التى تعيش على النموات الخضرية، وذلك بعد جمعها فى أوعية خاصة توضع أسفل النبات لهذا الغرض.

٥- استعمال الجاذبات فى مصائد خاصة .. وهى تفيد خاصة مع الفراشات والخنافس، كما أن فيرمونات الجنس تجذب إليها الذكور.

وتتعين مراقبة نشاط الأعداء الحيوية من المفترسات والمتطفلات أثناء مراقبة التواجد الحشرى. على أن يؤخذ ذلك الأمر فى الاعتبار عند اتخاذ قرار المكافحة؛ فإذا كان نشاط الأعداء الحيوية كبيرًا يؤجل ذلك القرار خاصة إن كانت أعداد الأعداء الحيوية فى تزايد مع حدوث تناقص فى أعداد الحشرات، أما إن كان كلاهما فى تزايد فإنه يتعين قصر المكافحة على البقع الشديدة الإصابة.

وتجدر الإشارة إلى أن النمل يتغذى على الإفرازات العسلية لحشرات مثل المن، ويقوم

بحمايتها من المفترسات والمتطفلات، وفى هذه الحالة تجب مكافحة النمل؛ الأمر الذى يتحقق فى حالة الأشجار برش جذوعها بالمبيدات.

ثانيًا: التنبؤ:

تستعمل بيانات الأرصاد الجوية فى التنبؤ بالإصابات المرضية disease forcasting وكذلك الحشرية insect forcasting. وتتوفر برامج حاسوب لكل مرض أو آفة على حدة، ولكنها – غالبًا – ما تكون مناسبة للمناطق التى طورت فيها تلك البرامج فقط. ويتوصيل بيانات الأرصاد الجوية إلى كمبيوتر يتوفر فيه برنامج الحاسوب الخاص بالتنبؤ المرضى فإن الكمبيوتر يعطى التعليمات الخاصة بتوقيت عملية المكافحة بالمبيدات.

ثالثًا: الحدود الحرجة:

تستعمل الحدود الحرجة thresholds لتحديد الوقت الذى يُصبح فيه تواجد الآفة بالمستوى الذى يمكن أن تُحدث معه أضرارًا اقتصادية. وقد تم بالفعل تحديد الحدود الحرجة لعديد من الآفات. وباتباع هذا الأسلوب يمكن الحد كثيرًا من عمليات الرش بالمبيدات.

رابعًا: وسائل إدارة المكافحة:

تتضمن التكتيكات المناسبة لإدارة المكافحة (management tactics) وسائل المكافحة الحيوية، والفيزيائية، والكيميائية كلما دعت الحاجة إليها، مع استعمال بدائل المبيدات قدر المستطاع.

خامسًا: تسجيل البيانات:

من الضرورى الاحتفاظ بسجلات سنوية للتواجد الحشرى ووسائل المكافحة المتبعة (عن Integrated Pest Management – جامعة كورنلّ Cornell – الإنترنت – ٢٠٠٨).

وسائل المكافحة المتكاملة

لكى يصاب النبات بأى مسبب مرضى يتعين توفر عدة شروط، هى: وجود عائل قابل للإصابة، ووجود مسبب مرضى، وتوفر وسيلة لانتشار ذلك المسبب المرضى، وتوفر الظروف البيئية المناسبة لبقاء المسبب المرضى، وإحداثه للإصابة، وتطورها داخل النسيج النباتى.

ويتوقف اختيار الوسيلة المناسبة لمكافحة المرض على توفر المعلومات الدقيقة عن المسبب المرضى، ودورة حياته، ووقت إحداثه الإصابة، والجزء النباتى الذى يستهدفه بالإصابة، ووسيلة انتشاره، والظروف البيئية السابقة للإصابة والمرافقة لها والتالية لحدوثها.

ويتعين فى كل الأحوال التمييز بين الأمراض التى تحدثها مختلف المسببات المرضية، والعيوب الفسيولوجية التى تظهر عند تعرض النباتات لظروف بيئية قاسية.

وغالبًا ما تتطلب الآفات التى تكون متوطنة endemic فى منطقة الإنتاج الرش بالمبيدات، إلا أن اتباع مختلف الوسائل الأخرى للمكافحة يحد كثيرًا من اللجوء إلى المبيدات.

ومن بين تلك الوسائل ما يلى:

١- زراعة الأصناف المقاومة متى توفرت.

٢ — المكافحة بالوسائل الزراعية والفيزيائية، والتى تتضمن ما يلى:

أ- اتباع دورة زراعية، وهى تفيد — خاصة — مع الآفات التى تعيش مسبباتها فى التربة.

ب- إزالة المخلفات الزراعية، والنباتات من بذور تخلفت فى الحقل من محصول سابق، وكذلك العوائل البديلة للآفة مثل الحشائش.

جـ- اتباع الأساليب التى تعرض الآفة للأعداء الطبيعية كالحراثة العميقة، وتلك التى تجعل النباتات أقل تعرضًا للإصابة بالآفة.

د- تعديل موعد الزراعة لتجنب المواعيد التى يكثر فيها تواجد الآفة.

هـ- استخدام بذور وشتلات خالية من الإصابة فى الزراعة.

و- توفير الخدمة التى تساعد النبات على النمو القوى، وتجنبه كل حالات الشدّ التى تحد من نموه.

ز- تجنب توقيتات الرى التى يمكن أن تزيد من الرطوبة النسبية حول النباتات.

حـ- تجنب زراعة الأصناف الحساسة للآفة إذا عرف مقدمًا تواجدها خلال موسم الزراعة بكثافة عالية.

ط- إقامة خطوط الزراعة بحيث تكون فى اتجاه الرياح السائدة، لتحقيق أفضل تهوية ممكنة.

٣- المكافحة البيولوجية:

تتحقق المكافحة البيولوجية من خلال ما يلى:

أ- المحافظة على الأعداء الطبيعية لمختلف الآفات بعدم استعمال المبيدات إلا عند الضرورة.

ب- المعاملة بمختلف الكائنات الدقيقة المضادة للآفات والمسببات المرضية، والحاثة للمقاومة الجهازية.

جـ- إطلاق المفترسات والمتطفلات المفيدة فى مكافحة الآفات المتواجدة كلما كان ذلك ممكنًا.

٤- المكافحة الكيميائية:

يراعى بشأن ذلك ما يلى:

أ- لا تُستخدم المبيدات إلا إذا بينت عمليات الرصد والاستكشاف والحد الحرج أو بيانات التنبؤ ضرورتها.

ب- يتم اختيار المبيدات حسب كفاءتها، وجدوى استعمالها سابقًا، وعدم وجود مقاومة لها، ومدى تأثيرها على البيئة والأعداء الطبيعية.

جـ- إجراء الرش الذى يوفر تغطية كاملة للنموات الخضرية، وبالمعدلات الموصى بها.

د- عدم إجراء الرش بالمبيدات عند زيادة سرعة الرياح عن ٨ كم/ساعة لعدم إعطاء أى فرصة لوصول محلول الرش لأماكن لايُراد رشها.

ولعل أهم ما تجب مراعاته بشأن مختلف أساليب المكافحة المتكاملة فى الزراعات الحقلية ما يلى:

أولاً: بالنسبة لموقع الزراعة:

١- التعرف على أنواع الحشائش الهامة التى كانت متواجدة فى موسم الزراعة السابق لتحديد استراتيجية مكافحتها.

٢- تطبيق دورة زراعية للحد من أخطار الإصابات المرضية والحشرية التى تتواجد مسبباتها فى التربة. تكفى عادة دورة ثنائية أو ثلاثية، ولكن الدورات الأطول قد تكون مطلوبة أحيانًا.

٣- إجراء اختبارات للتربة مرة واحدة على الأقل كل ثلاثة سنوات للتعرف على مدى خصوبة التربة، مع تحديد برنامج التسميد تبعاً لذلك.

٤- تكون إضافة الأسمدة العضوية قبل الزراعة مع قلبها جيدًا فى التربة.

٥- الاعتماد على الرى بالتنقيط مع الرسمدة كلما كان ذلك ممكنًا.

ثانيًا: بالنسبة للشتلات:

١- ضرورة تعقيم صوانى الشتلات ومختلف المواد والأدوات المستعملة فى إنتاج الشتلات.

٢- لا تستعمل سوى البذور الخالية من مسببات الأمراض.

٣- معاملة الشتلات بالمبيدات البكتيرية إذا كانت لتلك الأمراض أهمية فى منطقة الزراعة.

٤- تستعمل المصائد الصفراء اللاصقة لمتابعة مدى تواجد الحشرات فى الصوبة.

٥- فى حالة شراء الشتلات من مشاتل تجارية يُراعى التأكد من تطبيق الإجراءات الأربعة أعلاه مع فحص الشتلات للتأكد من خلوها من الأمراض والحشرات قبل استلامها.

ثالثًا: بالنسبة للزراعة

١- تستعمل فى الزراعة الأصناف المقاومة للأمراض كلما كان ذلك ممكنًا.

٢- تفضل الزراعة بالتربية الرأسية كلما كان ذلك ممكنًا.

٣- يفضل استعمال أغطية التربة.

رابعًا: بالنسبة لعمليات المكافحة:

١- تجب معايرة الرشاشات مرة واحدة — على الأقل — فى بداية كل موسم زراعى، وكذلك فى كل مرة تغير فيها بشابير الرش.

٢- التعرف على اتساع مساحة الرش بالرشاشات بتجربة الرش على ورق ماصٍ للماء.

٣- رش حواف الحقل فى حالة وجود إصابات حشرية بها.

٤- حفر خنادق تستعمل كمصائد حول الحقل لمكافحة الديدان.

٥- زراعة نباتات صائدة لبعض الحشرات.

٦- مكافحة الحشائش التى تجد فيها الحشرات مأوى لها، وذلك بالعزيق مرة واحدة على الأقل، أو باستعمال المبيدات.

٧- المرور فى الحقل أسبوعيًّا لمتابعة حالة الإصابات المرضية والحشرية، وقد تلزم المتابعة مرتان أسبوعيًّا فى بعض الحالات مثل مرض الندوة المتأخرة فى الطماطم والبطاطس.

٨- الاعتماد على برامج التنبؤات المرضية لتوجيه برنامج الرش بالمبيدات الفطرية.

٩- لا تُستعمل المبيدات النحاسية إلا إذا كان هناك خطورة من حدوث إصابات بكتيرية.

١٠- لا يُجرى الرش بالمبيدات الحشرية إلا بعد وصول أعداد الحشرات إلى الحد الحرج، وهو عدد معين من أفراد الحشرة/نبات، ويختلف هذا الرقم من حشرة لأخرى ومن محصول لآخر.

١١- يكفى رش أجزاء الحقل المصابة بالآفات الحشرية (spot treatment).

١٢- إذا ما تم الاستغناء عن الحقل بسبب شدة إصابته بمرض أو آفة ما .. يتعين قتل النباتات والتخلص منها بقلبها فى التربة فى خلال ٥ أيام لمنع تكوين الجراثيم وانتشارها.

خامسًا: بالنسبة للإجراءات التى تتبع بعد الانتهاء من الحصاد:

١- إذا ما تم غسيل المحصول بالماء فإنه يجب استعمال الماء المكلور مع متابعة مستوى الكلورين على فترات.

٢- ضرورة قلب بقايا النباتات فى التربة (عن Elements of IPM for Fresh Market Tomatoes in NY State — الإنترنت — ٢٠٠٨).

الأسس العامة للمكافحة المتكاملة للأمراض الفطرية والبكتيرية

أن من أهم أسس المكافحة المتكاملة للأمراض الفطرية والبكتيرية، ما يلى:

١- التحكم فى الأساليب الزراعية المتبعة بما يتناسب مع المكافحة، مثل:

أ- الزراعة باستعمال بذور وشتلات "نظيفة"؛ أى خالية من أى مسببات مرضية سواء أكان ذلك فى صورة تلوث سطحى لها، أم إصابة فعلية بها.

ب- مراعاة إجراءات النظافة العامة sanitation، مع اختيار الحقول الجيدة الصرف للزراعة.

جـ- اتباع دورة زراعية مناسبة، مع تقليل الكثافة النباتية، والزراعة على مصاطب مرتفعة.

د- استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة فى الزراعة؛ لتجنب انتشار المسببات المرضية بالترشيش أو بملامسة الثمار للتربة.

هـ- تخير اتجاه الخطوط والمصاطب المناسب، لزيادة حركة الهواء وتقليل فترة ابتلال الأوراق بالندى.

و- إدارة عملية الرى بإحكام من حيث المعدلات والتوقيت.

ز- تخير موعد الزراعة المناسب.

حـ- تجنب الإضرار بالجذور وتجريح النموات الخضرية.

٢- إجراء المعاملات المناسبة للبذور، والتى منها ما يلى:

أ- تخمير لب الثمار أو معاملتها بالأحماض، وهما عمليتان تخفضان من تواجد المسببات المرضية، ولكنهما قد لا تكونا كافيتين.

ب- المعاملة بالكلوروكس لأجل التطهير السطحى. تجرى المعاملة بغمر البذور فى محلول كلوراكس بتركيز ٢٠٪ لمدة خمس دقائق فى حرارة الغرفة، ثم تشطف البذور فى ماء جارٍ لمدة ١٥ دقيقة، ثم تنشر لتجف تمامًا، وقد تُعامل بعد ذلك بالمطهرات الفطرية.

جـ- المعاملة بالماء الساخن لأجل التخلص من التلوث السطحى والإصابات الداخلية بمسببات الأمراض. تجرى المعاملة بالتدفئة المسبقة للبذور لمدة ١٠ دقائق فى الماء على حرارة ٣٨°م وهى فى أكياس قطنية ليست دقيقة الغزل، مع جعلها نصف ممتلئة

بالبذور. يلى ذلك وضع البذور على حرارة ثابتة فى حمام مائى لمدة دقيقة لا تتعداها ولا تقل عنها حسب النوع المحصولى، فهى على سبيل المثال:

- ٢٥ دقيقة على حرارة ٥٠°م لبذور الكرنب وكرنب بروكسل والطماطم والباذنجان والسبانخ.
- ٢٠ دقيقة على حرارة ٥٠°م لبذور القنبيط والبروكولى والكيل والكولارد واللفت والروتاباجا والخيار والجزر.
- ١٥ دقيقة على حرارة ٥٠°م لبذور المسترد والكرسون والفجل.
- ٣٠ دقيقة على حرارة ٥٢°م لبذور الفلفل.
- ٣٠ دقيقة على حرارة ٤٨°م لبذور الخس والكرفس والسيليرياك.

ويلى ذلك مباشرة غمر كيس البذور فى ماء بارد، ثم نشرها لتجف.

د- المعاملة بالمبيدات الفطرية للحماية من الذبول الطرى وأمراض أخرى

ويراعى فى جميع معاملات البذور ما يلى:

أ- تستعمل لأجل ذلك بذور جديدة عالية الجودة.

ب- تُعامل عند استلام البذور عينة صغيرة منها ويختبر إنباتها قبل معاملتها.

جـ- لا تعامل كل كمية البذور إلا قرب استعمالها فى الزراعة بأسابيع قليلة.

د- لا تعامل البذور إلا مرة واحدة.

٣- إنتاج شتلات "نظيفة" خالية من الإصابات المرضية:

يتم ذلك بمراعاة ما يلى:

أ- تخير الموقع المناسب لمرقد البذور بحيث يكون خاليًا من المشاكل المرضية، ولا يتعرض لمياه الرشح من الأراضى المجاورة بما قد تحمله من مسببات الأمراض.

ب- مراعاة جوانب النظافة العامة بالتخلص من أى بادرات مصابة بالأمراض.

جـ- مراقبة البادرات لاكتشاف أى إصابات مرضية أو حشرية.

د- مكافحة الحشائش والحشرات.

هـ- مراقبة الرى والتسميد بعناية.

كما يراعى بالنسبة للشتلات التى تُنتج فى الصوبات، ما يلى:

أ- استخدام صوانى شتلات جديدة أو معقمة ومخاليط زراعة خالية من المسببات المرضية.

ب- تفضل الأرضيات المبلطة التى يمكن غسلها.

جـ- ترفع صوانى الشتلات عن مستوى الأرضيات.

د- الحد من حركة الأفراد والمعدات بين صوبة وأخرى، وتقليل تداول الشتلات قدر المستطاع.

هـ- مراعاة نظافة البنشات (المناضد)، والمعدات.

و- مراقبة درجة الحرارة والرطوبة النسبية والرطوبة الأرضية والتسميد بعناية.

٤- مراعاة إجراءات النظافة العامة لمنع الأمراض:

إن من أهم وسائل وآليات مراعاة النظافة العامة لمنع تفشى الأمراض، ما يلى:

أ- التخلص من النباتات بعد انتهاء موسم الحصاد، وهى التى تعد مصدرًا للإصابات المرضية.

ب- إزالة النباتات والحشائش المصابة أثناء موسم الزراعة، وخاصة بالنسبة لأمراض اللفحات والأمراض البكتيرية.

جـ- تعقيم الأوتاد والسنادات النباتية stakes بين الزراعات.

د- تنظيف الأدوات والمعدات بصورة دائمة.

هـ- بسترة التربة بالتشميس soil solarization.

٥- اتباع دورة زراعية مناسبة، وهى التى يراعى بشأنها ما يلى:

أ- كسر دورة حياة المسببات المرضية بعدم زراعة محاصيل من نفس العائلة فى نفس الأرض لمدة لا تقل عن ثلاث سنوات.

ب- تضمين الدورة محاصيل يمكن أن تُسهم فى زيادة المادة العضوية فى التربة.

٦- زراعة الأصناف المقاومة كلما أمكن ذلك.

٧- تنشيط الكائنات الدقيقة المفيدة فى التربة عن طريق:

أ- قلب الأسمدة الخضراء فى التربة، وهى مازالت بحالة غضة.

ب- إضافة كمبوست المخلفات النباتية مع المخلفات الحيوانية شريطة أن تتراوح نسبة الكربون إلى النيتروجين - قبل الكمر - بين ٢٥ : ١، و ٤٠ : ١، وأن تتراوح الحرارة أثناء الكمر بين ٥٥، و ٧٧°م لمدة تزيد عن ١٥ يومًا.

جـ- إضافة الأسمدة الحيوانية.

٨- الاستفادة من المكافحة البيولوجية باستعمال:

أ- الفطريات المضادة، مثل: *Trichoderma* spp.، و *Gloeocladium* sp.، و *Coniothyrium minitans*.

ب- البكتيريا المضادة، مثل: *Bacillus* spp.، و *Pseudomonas* spp.

٩- اللجوء إلى المكافحة الكيميائية عند الضرورة، وهى التى قد تكون بإحدى الوسائل التالية:

أ- تعقيم التربة.

ب- استعمال المبيدات الفطرية سواء أكانت للحماية، أم للعلاج، وسواء أكانت جهازية أم غير جهازية.

جـ- استعمال المركبات النحاسية والكبريتية، علمًا بأن:

- معظم المركبات النحاسية تفيد فى مكافحة الأمراض البكتيرية وتوفر حماية من الإصابة بالندوة المتأخرة فى البطاطس، ولكنها تعد مبيدات فطرية ضعيفة.
- يعد الكبريت مبيد فطرى ضعيف، وهو يدخل - فى صورة كبريتات النحاس - مع الجير المطفى فى تكوين مخلوط بوردو.

١٠- استعمال بدائل المبيدات، مثل:

أ- المستخلصات النباتية مثل تلك المتحصل عليها من النيم والنبات *Equisetum arvense*.

ب- أملاح بيكربونات البوتاسيوم، والزيوت المعدنية.

وكمثال عملى .. نقدم - فيما يلى - بيانًا بنوعية الإجراءات الزراعية التى يمكن اتباعها لأجل المكافحة المتكاملة لأحد الأمراض وهو لفحة فيتوفثورا فى الفلفل.

تتنوع الإجراءات الزراعية التى يمكن اتخاذها ضمن برنامج المكافحة المتكاملة للفحة

فيتوفثورا phytophthora blight فى الفلفل — التى يسببها الفطر *Phytophthora capsici* — وذلك بناء على الظروف التى تناسب انتشار المرض وكيفية مواجهتها، كما يلى:

أولاً: تكون الإصابة بلفحة فيتوفثورا شديدة تحت ظروف الرطوبة الأرضية العالية:

تكون مواجهة المشكلة بمراعاة ما يلى:

١- اختيار موقع الزراعة فى أرض جيدة الصرف، ولا تكون فى مكان منخفض تتجمع فيه المياه، حيث أن تلك الأماكن تكون — غالبًا — البؤر التى يبدأ منها الوباء. ويمكن تجنب تلك المشاكل بعمل نظام جيد للصرف وبتسوية الحقل جيدًا قبل الزراعة، وبحراثة تحت التربة لتقطيع الطبقات الصماء التى قد تعوق عملية الصرف.

٢- تحضير مصاطب الزراعة والشتل:

يجب شتل الفلفل على مصاطب بارتفاع لا يقل عن ٢٥ سم وتكون منحدرة نحو الجانبين لتجنب أى تراكم زائد للرطوبة عند قاعدة النباتات. يجب أن تقام المصاطب قبل الشتل؛ ذلك لأن الشتل فى أرض مسطحة ثم إقامة المصاطب بالعزيق أو بالحراثة بعد الشتل قد يؤدى إلى تراكم الماء عند تيجان النباتات؛ مما يؤدى إلى تفاقم المشكلة. وقد يتطلب الأمر إعادة بناء المصاطب التى تنهدم أثناء موسم الزراعة. وتزداد الحاجة إلى أن تكون المصاطب مائلة نحو الجانبين عند استعمال أغطية بلاستيكية للتربة.

ويجب تعديل آلات الشتل بحيث لا تكون هناك أماكن منخفضة من المصاطب حول الشتلات بعد شتلها، وهى المواقع التى يمكن أن تتراكم فيها المياه سواء أكانت من الرى أم من الأمطار.

٣- تزداد شدة المرض — عادة — بعد حالات الرى الغزير بالتنقيط، أو بعد نوبات الأمطار الغزيرة، وخاصة إذا حدث ذلك فى بداية موسم النمو، حيث تزداد فرصة تطور المرض بحالة وبائية. ولذا .. فإن الرى الغزير، والرى على فترات متقاربة، والرى بالتنقيط الذى يساعد على زيادة الرطوبة عند قاعدة سيقان النباتات كلها عوامل تزيد من شدة الإصابة بالمرض.

تقل الإصابة بالمرض فى حالة الرى تحت السطحى بالتنقيط على عمق ١٥سم، وكذلك عندما تكون النقاطات — فى الرى السطحى بالتنقيط — بعيدة عن قاعدة سيقان النباتات. هذا مع العلم بأن زيادة الرطوبة الأرضية عند سطح التربة تحفز خروج الجراثيم السابحة من الأكياس الجرثومية sporangi؛ الأمر الذى لا يحدث فى حالة الرى تحت السطحى.

ومن الأهمية بمكان عدم استعمال مياه تحتوى على المسبب المرضى فى الرى بالتنقيط أو بالرش؛ الأمر الذى قد يحدث عند الاعتماد على مياه البِرَك التى تتجمع فيها الأمطار، مع ما قد ينتقل إليها من جراثيم فطرية. وتحل هذه المشكلة إما بترشيح مياه البرك المستعملة فى الرى، وإما بالاعتماد على مياه الآبار فى الرى.

ثانيًا: ينتشر الفطر من التربة إلى النموات الخضرية مع رذاذ الماء:

تواجه هذه المشكلة باستعمال غطاء للتربة من قش الأرز، أو بالاعتماد على غطاء نباتى سابق لزراعة الفلفل.

ثالثًا: يعيش الفطر فى التربة لفترات طويلة:

تواجه هذه المشكلة بمراعاة ما يلى:

١- اتباع دورة زراعية ثلاثية لا تزرع خلالها المحاصيل التى تُصاب بالفطر وأهمها — غير الفلفل — الباذنجان والطماطم والقرعيات؛ ذلك لأن الجراثيم البيضية للفطر يمكنها أن تبقى ساكنة لفترة طويلة وإن كانت تبدأ فى التدهور بعد حوالى ستة شهور.

٢- بسترة التربة بالتشميس solarization، إلاّ أن كفاءة التشميس فى التخلص من الفطر المسبب للمرض تنخفض كثيرًا عند أعماق تزيد عن ١٠ سم.

رابعًا: سرعة تطوير الفطر لسلالات مقاومة للميتالاكسيل metalaxyl:

حدث ذلك بالنسبة للمبيد Ridomil الذى يحتوى على الميتالاكسيل، كما حدث بالنسبة للمبيد ريدوميل جولد الذى يحتوى على ميفينوكسام mefenoxam، وهو مكون نشط للميتالاكسيل. وتواجه هذه المشكلة بتبادل المعاملة بأيهما مع أحد المبيدات النحاسية (Ristaino & Johnston ١٩٩٩).

الأسس العامة للمكافحة المتكاملة للحشرات

أولاً: الممارسات الزراعية:

يستفاد من بعض الممارسات الزراعية فى تجنب حدوث بعض الإصابات الحشرية من الأساس، وخفض حدة الإصابة بها عن طريق إحداث خلل فى دورة حياتها، أو بتوفير ظروف بيئية أفضل لازدهار أعدائها الطبيعية.

ويعتبر دور الممارسات الزراعية فى مكافحة الحشرات دورًا غير مباشر؛ الأمر الذى يجعل من الصعب تقييمه. وغالبًا ما تكون مستويات المكافحة التى تؤمنها الممارسات الزراعية أقل من تلك التى توفرها الطرق الأخرى، وخاصة المكافحة بالمبيدات؛ الأمر الذى دفع كثيرًا من منتجى الخضر إلى إهمال دور الممارسات الزراعية والاعتماد شبه الكلى على المبيدات. ولكن — مع تكشف الآثار السلبية للمبيدات على صحة الإنسان، والبيئة، والحياة البرية — عاد الاهتمام بالممارسات الزراعية — من جديد — كوسيلة هامة لمكافحة الحشرات.

ومن أهم الممارسات الزراعية التى تفيد فى مكافحة الحشرات ما يلى:

١- الدورة الزراعية:

يعتمد مبدأ الدورة الزراعية فى مكافحة الآفات على تبادل زراعة الأنواع المقاومة للآفات مع الأنواع غير المقاومة لها. ويوجه الاهتمام — عادة — إلى آفة واحدة أو اثنتين من أخطر الآفات وأكثرها انتشارًا فى منطقة الزراعة.

وبالنسبة للحشرات .. فإن دور الدورة الزراعية كوسيلة فعّالة فى المقاومة يقتصر على الأنواع الحشرية التى تعيش فى التربة، والتى يكون مداها العائلى محدودًا، وتكمل دورة حياتها فى سنة كاملة على الأقل.

ومن أمثلة الحشرات التى تفيد الدورة الزراعية فى مكافحتها: ديدان جذور الذرة التى تتطلب عوائل خاصة لوضع بيضها وتغذيتها، والديدان السلكية واليرقانات البيضاء white grubs التى تتطلب عدة مواسم لكى تزدهر أعدادها.

٢- اختيار الموعد المناسب للزراعة والحصاد:

تشتد الإصابات الحشرية — غالبًا — فى مواسم معينة؛ ومن أمثلة ذلك إصابة

البطاطس بفراشة درنات البطاطس فى العروة الصيفية، وإصابة الطماطم بالذبابة البيضاء، والفاصوليا بذبابة الفاصوليا فى العروة الخريفية. وبالرغم من أن أسعار المنتجات الزراعية تكون – غالبًا – مرتفعة فى المواسم التى تشتد فيها الإصابات المرضية والحشرية، إلا أنه يتعين على المنتج – الذى لا يمكنه السيطرة على عملية المكافحة – تجنب الزراعة فى المواعيد التى تشتد فيها الإصابة.

ويفيد عدم إجراء الحصاد لكل المساحة المزروعة خلال فترة وجيزة (والحديث عن المساحات الشاسعة) فى تجنب القضاء على الأعداء الطبيعية للآفات الزراعية.

٣– زراعة المحاصيل الصائدة:

تفيد المحاصيل الصائدة trap crops فى جذب الحشرات إليها وبقائها عليها؛ فلا تنتقل إلى المحصول الأساسى المزروع. ومن أمثلة ذلك زراعة خطٍّ من الخيار كل خطين من الطماطم؛ لجذب حشرة الذبابة البيضاء إلى الخيار الذى تفضله الذبابة عن الطماطم.

٤– تنويع المحاصيل المزروعة:

يفيد تنويع المحاصيل المزروعة فى ازدهار الأعداء الطبيعية؛ بحيث يَحْدُث توازن بينها وبين الآفات الزراعية؛ الأمر الذى يمنع انتشار الآفات بصورة وبائية.

٥– القضاء على العوائل البديلة:

تزدهر كثير من الحشرات – مثل المن – على عوائل أخرى غير المحصول الأساسى تكون قريبة منه، ويفيد القضاء على هذه العوائل فى ازدهار الآفة قبل انتقالها إلى المحصول الأساسى.

٦– العزيق

يفيد العزيق فى مكافحة الحشرات التى تقضى جزءًا من دورة حياتها فى التربة؛ مثل: الدودة القارضة، واليرقانات البيضاء، والنطاطات. وتعتمد فاعلية العزيق فى المكافحة على طبيعة التربة.

٧- الحرق:

يفيد حرق بقايا النباتات فى التخلص مما قد يوجد بها من آفات ومسببات أمراض، إلا أن هذه الطريقة لا يوصى بها؛ بسبب ما تحدثه من تلوث بيئى.

٨- حرث بقايا النباتات فى التربة:

يفيد هذا الإجراء فى التخلص من بعض الأنواع الحشرية؛ مثل حفار ساق الذرة الأوروبى.

٩- الرى:

من المعلوم أن الرطوبة الزائدة ضارة بالعنكبوت الأحمر.

كما أفاد الرى بالرش فى خفض حدة الإصابة ببعض أنواع الأكاروس؛ مثل *Tetranychus medanieli* فى التفاح. ويعتقد أن تأثير الرش فى هذه الحالة فيزيائى، إلا أنه قد يحوِّر كذلك من البيئة النباتية.

١٠- طريقة الحصاد:

قد يفيد الحشّ المبكر لبعض النباتات فى التخلص من الأطوار غير الناضجة لبعض الحشرات.

١١- ترك الأرض بدون زراعة لفترة محدودة:

قد يفيد ترك الأرض بدون زراعة (بورًا) لفترة محدودة فى مكافحة بعض الحشرات؛ مثل الدودة القارضة، والديدان السلكية، ولكن يشترط لذلك حراثة الأرض جيدًا، وأن تكون خالية من أية نموات نباتية.

١٢- مكافحة الحشائش:

توفر الحشائش مأوى للحشرات، وتعمل على ازدهارها قبل المواسم الزراعية وبعدها، وتكون هى — غالبًا — المصدر الذى تأتى منه الإصابة الأولى للمحصول المزروع؛ ولذا .. فإن مكافحة الحشائش تفيد كثيرًا فى الحد من تكاثر الآفة بالقرب من المحصول المزروع.

وتجـدر الإشـارة إلى أن عديـدًا مـن الأعـداء الطبيعيـة للحشـرات – سـواء أكانـت متطفلات، أم مفترسات – يحتاج بقاؤها وازدهارها إلى بعض الأنواع النباتية التـى تنمـو بصورة طبيعية (والتى تعد من الحشائش)؛ حيث تحتمى بها خلال فصل الشتاء، ويمكن أن تستفيد منها كمصدر مؤقت للغذاء، أو تعيش على ما يصيبها مـن حشـرات أخـرى؛ ولذا .. فإن الزراعة النظيفة تمامًا من أية نموات نباتية غير المحصول المزروع ليست أمرًا مرغوبًا فيه، وخاصة عند زراعة مساحات شاسعة بمحصولٍ واحدٍ (عن Bishop وآخـرين ١٩٨٥ بتصرف).

ثانيًا: المكافحة البيولوجية:

يستخدم فى المكافحة البيولوجية للحشرات عديدًا من المفترسات والمتطفلات.

ثالثًا: بدائل المبيدات:

من بين بدائل المبيدات الهامة: الزيـوت بأنواعهـا والصـابون السـائل والمستخلصـات النباتية.

رابعًا: المبيدات:

تعد المبيدات هى الاختيار الأخير فى المكافحة المتكاملة.

الفصل الثانى

الممارسات الزراعية

إن الممارسات الزراعية التى تحد من الإصابة بالأمراض والآفات هى الأساس فى أى برنامج للمكافحة المتكاملة، وبدون الاختيار الدقيق لتلك الممارسات لا تُجدى كثيرًا أى وسائل أخرى فى المكافحة.

تتنوع كثيرًا الممارسات الزراعية، ويتعين التفكير فيها بداية من التخطيط للزراعة والالتزام بتطبيْق المناسب منها من الزراعة وحتى الحصاد، وهى تتضمن كافة العمليات والمعاملات الزراعية التى تُعد من صُلب الأسس العامة لإنتاج مختلف المحاصيل البستانية والحقلية، والتى نلقى عليها الضوء فى هذا الفصل.

الدورة الزراعية

تلعب الدورة الزراعية دورًا هامًّا فى مكافحة الأمراض؛ ذلك لأنها تمنع الزيادة المطَّردة لأعداد بعض المسببات المرضية فى التربة من جهة، بالإضافة إلى خفضها لتلك الأعداد من جهة أخرى؛ بسبب حرمانها للمسببات المرضية من التكاثر على عوائلها المناسبة لها.

ومع أهمية الدورة الزراعية بالنسبة للأمراض التى تعيش مسبباتها فى التربة. فإن بعضها يُنتج تراكيب يمكنها البقاء فى التربة لعدة سنوات فى غياب عوائلها. ومن أمثلة ذلك الفطريات المسببة لكل من الجذر الصولجانى فى الصليبيات. ولفحة فيتوفثورا، والذبول الفيوزارى فى مختلف النباتات. كذلك تتمتع عديد من المسببات المرضية بمدى عائلى كبير؛ الأمر الذى يجعل تنفيذ الدورة معها أمرًا صعبًا، ومن أمثلة ذلك فطريات اسكليروتينيا، ورايزكتونيا، وفيرتسيليم. ونيماتودا تعقد الجذور.

وبالنسبة للأمراض التى تحدث الإصابة فيها من خلال النموات الخضرية للنبات، فإن جراثيم تلك المسببات قد تنتقل — مع الهواء — لمسافات كبيرة. كما فى حالات أمراض البياض الزغبى والأصداء؛ الأمر الذى يجعل الدورة الزراعية قليلة الجدوى

معها، ولكن الدورة تُفيد — حتى مع تلك الأمراض — فى تجنب الإصابات المبكرة التى قد تعيش الأطوار الساكنة لمسبباتها فى التربة.

وعلى الرغم من أن الدورات الزراعية تُجرى لأهداف متعددة (يراجع لذلك حسن ١٩٩٨)، فإن الهدف الرئيسى منها يكون — عادة — مكافحة الأمراض؛ ولذا .. فإن مدة الدورة تتحدد بالفترة التى يجب الامتناع خلالها عن زراعة محصول معين؛ بهدف مكافحة مرض معين يصيب ذلك المحصول.

ونقدم — فيما يلى — بيانًا بطول الفترة التى يتعين عدم زراعة المحصول القابل للإصابة بمرض معين خلالها (عن Mulrooney ٢٠٠٨، و Ashley ٢٠٠٨).

المحصول	المرض	فترة عدم زراعة المحصول القابل للإصابة
الأسبرجس	عفن الجذور والتاج الفيوزارى	لا تجوز الزراعة قبل تعقيم التربة
الفاصوليا	أعفان الجذور	٣–٤ سنوات
	الأنثراكنوز	سنتان
	اللفحة البكتيرية	سنتان
	عفن القرون الأبيض	عدة سنوات مع تجنب زراعة الطماطم والبطاطس والخس والكرنب
البنجر	تبقع الأوراق السركسبورى	٣ سنوات
الكرنبيات	القدم السوداء (فوما)	٣–٤ سنوات
	الساق السلكية وعفن الرأس (رايزكتونيا)	٣ سنوات
	العفن الأسود	٣–٤ سنوات
	تثألل الجذور	٧ سنوات
	الذبول الفيوزارى	الدورة قليلة الجدوى
الجزر	لفحات الأوراق	سنتان
الذرة السكرية	التفحم	٦ سنوات وقد لا تجدى الدورة
	لفحات الأوراق	٢–٣ سنوات
الخيار	الجرب وتبقعات الأوراق	سنتان
الكرفس	لفحات الأوراق	٢–٣ سنوات
الباذنجان	ذبول فيرتسيليم	٤ سنوات مع تجنب زراعة الباذنجانيات الأخرى والفراولة

المحصول	المرض	فترة عدم زراعة المحصول القابل للإصابة
	أعفان الثمار	٣ سنوات
الخس	عفن قاعدة النبات والسقوط	٣ سنوات
	تبقعات الأوراق	١–٢ سنة، مع تجنب زراعة القرعيات
الكنتالوب (القاوون)	الجرب	سنتان، مع تجنب زراعة القرعيات الأخرى
	الذبول الفيوزارى	٥ سنوات، وقد لا تكون الدورة مجدية
	لفحة الساق الصمغية	سنتان، مع تجنب زراعة القرعيات الأخرى
البصل	لفحات الأوراق	سنتان
البقدونس	الذبول الطرى	٣ سنوات
البسلة	أعفان الجذور	٣–٤ سنوات
	الذبول الفيوزارى	٥ سنوات أو أكثر
الفلفل	البقع البكتيرية	سنتان
	لفحة فيتوفثورا	سنتان، مع تجنب زراعة الطماطم والفلفل والقرعيات
	الأنثراكنوز	سنتان، مع تجنب زراعة الطماطم
البطاطس	ذبول فيرتسيليم	٣–٤ سنوات، مع تجنب زراعة الطماطم
	عفن اسكليروتنيا	٤ سنوات
	تقرحات رايزكتونيا	٢–٣ سنوات، مع زراعة محاصيل الحبوب
	رشح بثيم والجذر الوردى	٤ سنوات
	الجرب العادى	٣– سنوات، مع عدم زراعة محاصيل جذرية
الكوسة والقرع	العفن الأسود	سنتان على الأقل. مع تجنب زراعة القرعيات الأخرى
السبانخ	البياض الزغبى	سنتان
	الصدأ الأبيض	سنتان
الطماطم	التقرح البكتيرى	٣ سنوات
	البقع البكتيرية	سنتان مع تجنب زراعة الفلفل

المحصول	المرض	فترة عدم زراعة المحصول القابل للإصابة
	النقط البكتيرية	سنتان
	الندوة المبكرة	سنتان، مع تجنب زراعة البطاطس
	الأنثراكنوز	سنتان
البطاطا	القشف	٣ سنوات
	الجدرى	٣ سنوات
البطيخ	لفحة الساق الصمغية	سنتان، مع تجنب زراعة القرعيات الأخرى
	الذبول الفيوزارى	٥–٦ سنوات، وقد لا تجدى الدورة
	الأنثراكنوز	سنتان، مع تجنب زراعة القرعيات الأخرى

كذلك يفيد اتباع دورة زراعية مناسبة فى مكافحة عديد من البكتيريا المسببة للأمراض النباتية. فمثلاً .. البكتيريا *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* — مسببة مرض الجذع الأسود فى البطاطس — لا تبقى فى التربة — فى غياب عائلها — لأكثر من سنتين.

تعديل رقم حموضة التربة بما يقاوم أو لا يناسب انتشار الأمراض الهامة

ترجع أهمية رقم حموضة التربة (الرقم الأيدروجينى، أو الـ pH) إلى ما يلى:

١– يؤثر رقم الحموضة فى مدى تيسر العناصر الغذائية؛ فمعظم العناصر تثبت فى الأراضى القلوية، وخاصة العناصر الدقيقة؛ مثل: الحديد، والمنجنيز، والزنك، والنحاس، وكذلك يثبت الفوسفور، بينما تتيسر معظم العناصر المغذية الضرورية للنبات فى مدى pH يتراوح بين ٦,٠ و ٧,٠.

٢– يؤثر رقم حموضة التربة فى نشاط الكائنات الحية الدقيقة النافعة التى تعيش فيها؛ مثل بكتيريا تثبيت آزوت الهواء الجوى (سواء منها التى تعيش بالتعاون مع جذور البقوليات، أم تلك التى تعيش معيشة حرة فى التربة)، والبكتيريا المترممة التى تقوم بتحليل المادة العضوية، والكائنات التى تعيش بالقرب من جذور النباتات (فى منطقة الرايزوسفير Rhizosphere). ويتراوح الـ pH المناسب لنشاط هذه البكتيريا بين ٦,٠ و ٧,٠ كذلك.

٣ – يؤثر الرقم الأيدروجينى للتربة – كذلك – فى انتشار بعض الأمراض، كما فى الحالات التالية :

أ- تشتد الإصابة بمرض الجذر الصولجانى فى الصليبيات – الذى يسببه الفطر *Plasmodiophora brassicae* – فى الأراضى الحامضية، بينما لا يظهر المرض فى pH من ٧,٢-٧,٤ (عن Thompson & Kelly ١٩٥٧).

ب- ينتشر مرض عفن جذور البسلة الذى يسببه الفطر *Aphanomyces euteiches* فى pH يتراوح بين ٥,٤ و ٧,٥.

جـ- يزداد انتشار مرض الذبول البكتيرى فى البطاطس الذى تسببه البكتيريا *Ralistonia solanacearum* فى pH أعلى من ٥,٠ (عن Palti ١٩٨١).

د- يكثر انتشار مرض جرب البطاطس – الذى يسببه الفطر *Streptomyces scabies* فى الأراضى القلوية، وتقل حدة المرض بخفض pH التربة (Yoshida وآخرون ١٩٩٤).

وقد أدى تعديل pH التربة فى الأراضى الحامضية بإضافة $CaCo_3$ أو إضافة $CaSiO_3$ بمعدل ٧٨٤٠ كجم للهكتار (٣٣٠٠ كجم للفدان)، وهو المعادل لكربونات الكالسيوم المستعملة إلى إحداث تأثير متساوٍ على pH التربة، إلاّ أن استعمال ملح السيليكون أدى إلى زيادة مستوى السيليكون فى النبات بمقدار خمسة أضعاف، وتأخير شيخوخة النموات الخضرية للقرع العسلى، وزيادة المحصول بمقدار ٦٠٪، وتخفيض شدة الإصابة بالبياض الدقيقى، وزيادة كفاءة المبيدات التى استخدمت فى مكافحة المرض (Heckman وآخرون ٢٠٠٣).

تعقيم التربة والبيئات والمواد المستخدمة فى الزراعة

يجب الاهتمام بتعقيم التربة بين الزراعات المتتالية، وخاصة فى المشاتل والزراعات المحمية بالصوبات؛ لأن استمرار الزراعة فى نفس الأرض يؤدى إلى تفشى الأمراض والحشرات التى تعيش فى التربة. ويكون من الضرورى التعقيم مرة واحدة سنويًا بين الزراعات، أو اتباع دورة زراعية؛ فيكون التعقيم بذلك على فترات أطول نسبيًا.

كما يلزم – أيضًا – تعقيم بيئات الزراعة التى تجهز من مواد قد تكون ملوثة بجراثيم الأمراض وبذور الحشائش؛ مثل: التربة، والأسمدة العضوية، وغيرهما، كما أن أوعية نمو النباتات – مثل: الأصص التى يعاد استخدامها، والصناديق البلاستيكية

والمعدنية، وطاولات الإنتاج السريع للشتلات (الشتالات) — تتلوث هى الأخرى بجراثيم الأمراض، ويلزم تعقيمها قبل إعادة استخدامها فى الزراعة.

هذا .. وتتنوع طرق التعقيم، كما تختلف الطرق فى تكلفتها وفى التجهيزات اللازمة لها، وفى مدى صلاحيتها تحت الظروف المختلفة، ومدى مناسبتها لتعقيم البيئات والمواد المختلفة. وهذا ما سنتناوله بالدراسة فى هذا الفصل.

التعقيم بالبخار

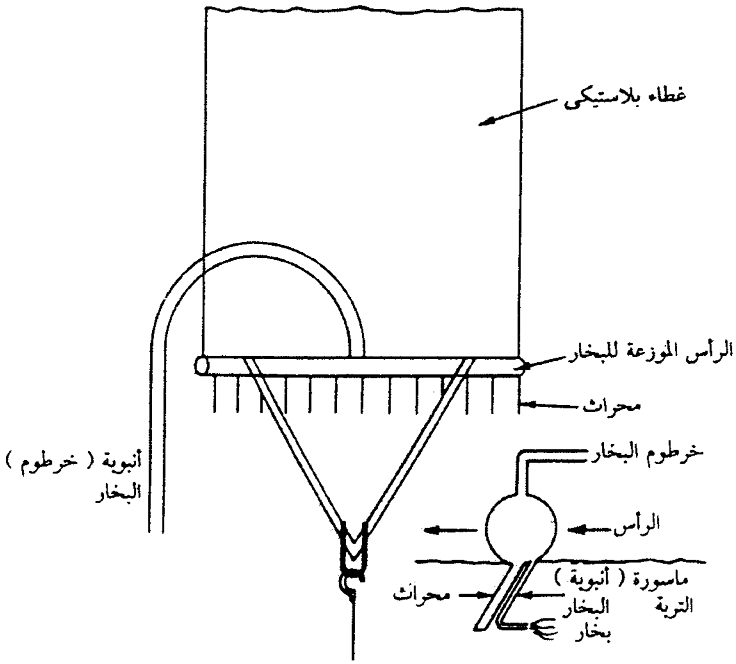
يعد التعقيم بالبخار من أكثر الطرق استخدامًا فى المناطق الباردة، وخاصة فى البيوت المحمية (الصوبات) التى تتم التدفئة فيها بالبخار.

طرق التعقيم بالبخار

تعقم التربة بحقنها بالبخار لمدة ٣٠ دقيقة، حتى تصل حرارتها إلى ٨٠°م-٨٥°م. ويتم الحقن بالبخار من خلال أنابيب مثقبةٍ تثبت فى تربة البيوت المحمية على عمق ٣٠سم، مع تغطية سطح التربة أثناء التعقيم برقائق بلاستيكية للمحافظة على رفع درجة حرارة التربة.

كما قد يتم حقن البخار فى تربة الحقل أو البيوت المحمية من خلال أنابيب عمودية بطول ٤٠-٤٥ سم تبعد بعضها عن بعض بنحو ٢٢ سم، وتثبت خلف حفارات صغيرة تتصل برأسٍ موزعة للبخار، ثم بمصدر البخار بواسطة خرطوم، وتتم تغطية المساحة المعاملة أولاً بأول للمحافظة على درجة الحرارة المرتفعة لمدة ٣٠ دقيقة (شكل ٢-١). وتعتبر هذه الطريقة أقل تكلفة من الطريقة السابقة.

كما قد تعامل التربة بالبخار من خلال أنابيب مثقبة تمتد فوق سطح التربة، وتغطى برقائق من البلاستيك المقاوم للحرارة مع تثبيت حواف الرقائق جيدًا بواسطة التربة. ويؤدى ضخ البخار فى الأنابيب المثقبة إلى رفع البلاستيك، وحينئذٍ يُخفض ضغط البخار إلى الحدود الدنيا. وللحصول على أفضل النتائج يجب استمرار الغطاء والمعاملة بالبخار لمدة ٦-٨ ساعات. وتتوقف درجة تغلغل البخار فى التربة على مدى العناية بفلاحتها. وتعتبر هذه الطريقة أقل الطرق تكلفة (عن Nelson ١٩٨٥).



شكل (٢-١): تعقيم تربة الحقل والبيوت المحمية بالبخار (عن Nelson ١٩٨٥).

وعند تعقيم بيئات الزراعة وأوعية نمو النباتات بالبخار يراعى أن تستمر المعاملة لمدة ٣٠ دقيقة بعد أن تصل أبرد نقطة فى المخلوط إلى حرارة ٨٢°م (١٨٠°ف)، ويتضمن ذلك أن يكون الحد الأدنى لدرجة الحرارة هو ٨٢°م لمدة ٣٠ دقيقة، لكن معظم البيئة والمواد المعقمة تكون حرارتها مثل درجة حرارة البخار؛ أى ١٠٠°م. ويراعى — عند تعقيم الأحواض أو الشتّالات المستخدمة فى الزراعة — أن تفصل بينها مسافة ٢,٥ سم رأسيا ومن الجانبين؛ حتى يمكن أن يتخلل البخار بينها بسهولة.

وتؤدى هذه المعاملة إلى التخلص من معظم بذور الحشائش والكائنات المسببة للأمراض من فطريات، وبكتيريا، ونيماتودا، وفيروسات، وكذلك الحشرات، إلا أنها تُبقى على بعض الكائنات المفيدة التى بإمكانها أن تنافس الكائنات الضارة على الأكسجين، والمكان، والغذاء، وتحد من مقدرتها على البقاء، لكن هذه الكائنات المفيدة يمكن القضاء عليها أيضًا إذا ارتفعت درجة حرارة البيئة إلى ١٠٠°م. ولهذا يفضل أن يكون التعقيم

على حرارة ٦٠°م– ٧١°م لمدة ٣٠ دقيقة، حيث يتم القضاء على معظم الكائنات الضارة مع الإبقاء – قدر الإمكان – على الكائنات المفيدة. ويتحقق ذلك بأجهزة خاصة تقوم بخلط البخار بالهواء بدرجة معينة يمكن بواسطتها التحكم فى درجة حرارة مخلوط الغازين قبل دخولهما فى البيئة المراد تعقيمها. ويوضح جدول (٢–١) درجات الحرارة اللازمة للقضاء على مختلف الآفات النباتية.

جدول (٢–١): درجات الحرارة اللازمة (لمدة ٣٠ دقيقة) للقضاء على مختلف الآفات النباتية.

درجة الحرارة (°م) لمدة ٣٠ دقيقة	الكائنات التى يتم التخلص منها
٥٠	النيماتودا
٥٣	فطر *Rhizoctonia solani*
٦٠	معظم البكتيريا المسببة للأمراض النباتية
٦٣	معظم الفطريات المسببة للأمراض
٦٠–٧١	الحشرات التى تعيش فى التربة
٧٠	معظم الفيروسات المسببة للأمراض النباتية
٧١	كل البكتيريا المسببة للأمراض النباتية
٧٠–٨٠	معظم بذور الحشائش
٩٥–١٠٠	بذور الحشائش والفيروسات المقاومة للحرارة

حساب الاحتياجات الحرارية للتعقيم بالبخار

يلزم – عادة – نحو ١,٦ ميجاجول MJ (أو ٣٨١ كيلوكالورى) من الحرارة لرفع حرارة مترٍ مكعبٍ واحدٍ من بيئة الزراعة درجة واحدة مئوية، إلا أنه يجب مضاعفة كمية الحرارة؛ نظرًا لأن كفاءة عملية التعقيم بالبخار تكون – عادة – فى حدود ٥٠٪. ويعطى كل رطل من البخار ٩٧٠ وحدة حرارة بريطانية عند تحوله من بخار على درجة ٢١٢°ف إلى ماءٍ على نفس الدرجة، كما يعطى وحدة حرارية بريطانية أخرى عند كل انخفاضٍ إضافى فى درجة الحرارة قدره درجة واحدة فهرنهيتية. فإذا كان تعقيم بيئة الزراعة على حرارة ١٨٠°ف، فإن ذلك يعنى انخفاض درجة حرارة الماء بمقدار ٣٢°ف، معطيًا بذلك ٣٢ وحدة حرارية بريطانية أخرى. ويعنى ذلك أن كل رطلٍ من البخار ينتج

١٠٠٢ وحدة حرارية بريطانية، وبذلك يلزم نحو ٦ أرطال من البخار لتعقيم قدم مكعب من خلطة الزراعة على حرارة ١٨٠°ف (أو ٩٦ كجم من البخار/م³ من الخلطة). هذا .. وتقدر مَقْدِرة أجهزة توليد البخار بقوة الحصان (hp)، وهى التى تعادل ٣٣٤٧٥ وحدة حرارية بريطانية لكل حصان.

ويوجد البخار فى الغلايات تحت ضغط حوالى ١٥ رطلاً على البوصة المربعة (٧٠٠-١٠٠ كيلو باسكال kPa). وهذا الضغط لا يؤدى إلى رفع درجة حرارة البخار إلا بقدر يسير لا يزيد كثيرًا من مقدرته على خزن الحرارة، ولكنه يفيد فى دفع البخار خلال البيئة. وبمجرد انطلاق البخار فى البيئة، فإنه يصبح تحت ضغط منخفض جدًّا، لا يزيد على رطلٍ واحدٍ على البوصة المربعة (عن Nelson ١٩٨٥).

مشاكل التعقيم بالبخار، وما تجب مراعاته لتجنبها

قد يتسبب التعقيم بالبخار فى إحداث بعض المشاكل التى يمكن تجنبها بمراعاة ما يلى:

١- أن تكون التربة - أو مخلوط الزراعة - مفككةً؛ حتى تسمح للبخار بالنفاذ من خلالها بصورةٍ جيدةٍ.

٢- ألا يكون مخلوط التربة جافًّا؛ لأن التربة الجافة تكون عازلة للحرارة. ويفيد ترطيب التربة فى إسراع عملية التعقيم، لكن زيادة الرطوبة على حد معين يبطئ مرة أخرى من عملية التعقيم، نظرًا لأن الحرارة النوعية للماء تبلغ خمسة أضعاف الحرارة النوعية للتربة؛ ويعنى ذلك أن كمية الحرارة التى تلزم لرفع حرارة جرامٍ واحدٍ من الماء درجة واحدة تبلغ خمسة أضعاف كمية الحرارة التى تلزم لرفع درجة حرارة وزن مماثلٍ من التربة بنفس القدر؛ وبذلك تصبح عملية التعقيم بطيئة، ويزداد استهلاك الوقود.

ويفضل دائمًا أن تكون الرطوبة مماثلة للرطوبة المثالية عند زراعة البذور، والتى تبلغ نحو ١٥٪ فى المخاليط التى تدخل التربة فى تكوينها. كما يجب أن تكون رطوبة مخلوط الزراعة متجانسة، حتى يكون التعقيم متجانسًا.

٣- لبذور بعض الحشائش المقدرة على مقاومة الحرارة، ويلزم لمكافحتها رفع الحرارة إلى ٩٥م-١٠٠°م. ولتجنب الحاجة إلى رفع درجة الحرارة كثيرًا، فإنه يوصى بترطيب

بيئة الزراعة لمدة ١-٢ أسبوع قبل الزراعة للسماح لهذه البذور ببدء الإنبات؛ حيث يسهل التخلص منها بعد ذلك فى درجة حرارة أقل بكثير.

٤- تجب إضافة كل المكونات الأخرى لبيئة الزراعة قبل التعقيم؛ نظرًا لأنه لا يطرأ عليها أى تغير، حتى لو ارتفعت حرارة أى من هذه المكونات إلى ١٠٠°م. ويستثنى من ذلك سماد الأزموكوت؛ نظرًا لأن التعقيم قد يُحدث تغيرات بغطائه؛ الأمر الذى يزيد من سرعة تيسر العناصر منه. وفى هذه الحالة يجب عدم تأخير استعمال بيئة الزراعة عن ٢٠ يومًا بعد التعقيم؛ حتى لا يزداد تركيز العناصر إلى درجة ضارة بالنباتات، لكن التعقيم على حرارة ٧١°م (١٦٠°ف) ليس له تأثير يذكر على سماد الأزموكوت.

٥- يجب دائمًا توفير غطاء بلاستيكى عند تعقيم مخاليط التربة أو الأرض بالبخار. وتستخدم لذلك شرائح البوليثيلين التى تستعمل لموسمٍ واحد فقط، لكن قد يعاد استخدامها عدة مرات خلال نفس الموسم. وقد تستعمل أغطية الفينيل Vinyl التى يمكن استخدامها ٢٥ مرة، أو أغطية النايلون المغطاة بالنيوبرين neoprenecoated nylon، وهذه يمكن استخدامها مرةٍ أو أكثر، لكن كلتيهما أكثر تكلفة من البوليثيلين.

٦- يجب عدم زيادة فترة تعقيم مخاليط الزراعة المحتوية على التربة عن ٣٠ دقيقة؛ لأن التعقيم بالبخار يعمل على تحول كميات كبيرة من المنجنيز الموجود فى التربة من حالة مثبتة إلى حالة ميسرة بدرجة تجعله سامًا للنباتات، لكن هذه المشكلة لا تكون كبيرة فى حالة مخاليط الزراعة التى لا تحتوى على التربة.

٧- قد يؤدى البخار إلى إنتاج نيتروجين أمونيومى بكميات كبيرة عند استخدامه فى تعقيم بيئات الزراعة الغنية بالمادة العضوية، وهى كل البيئات المحتوية على سمادٍ عضوى، أو البيت الشديد التحلل، أو المكمورة. وقد يستمر إنتاج النيتروجين الأمونيومى لعدة أسابيع بعد التعقيم.

وحقيقة ما يحدث هو أن الكائنات الدقيقة تتغذى على هذه المواد العضوية، وتحصل منها على الكربون والنيتروجين وغيرها من المركبات. وتقوم البكتيريا المنتجة للأمونيا ammonifiying bacteria بتحويل النيتروجين فى المادة العضوية إلى نيتروجين أمونيومى، ويلى ذلك قيام البكتيريا المنتجة للنترات nitrifying bacteria بتحويل

النيتروجين الأمونيومى إلى نيتروجين نتراتى. وتنمو النباتات بصورة جيدة فى مخلوط من النيتروجين الأمونيومى والنيتروجين النتراتى، وتظهر بكثير من النباتات أعراض التسمم عند تغذيتها على النيتروجين الأمونيومى منفردًا.

وعادة ... يتحول النيتروجين الأمونيومى بصفة مستمرة إلى نيتروجين نتراتى بواسطة البكتيريا المنتجة للنترات، ولهذا فإنه يتواجد – دائمًا – مخلوط من صورتى الآزوت الأمونيومية والنتراتية، لكن التعقيم يؤدى إلى قتل كل البكتيريا، سواء المنتجة منها للأمونيوم، أم المنتجة للنترات. وفى خلال أسابيع قليلة تستعيد البكتيريا المنتجة للأمونيوم أعدادها، وتنتج الأمونيوم من المادة العضوية بكميات كبيرة، فى حين لا تستعيد البكتيريا المنتجة للنترات أعدادها الطبيعية إلا بعد أسابيع قليلة أخرى. وفى خلال هذه الفترة يزداد تركيز الأمونيا لدرجة قد تحترق معها الجذور، وتتقزم النباتات وتذبل، لكن بمجرد تزايد أعداد البكتيريا المنتجة للنترات، فإنها تقوم بتحويل الأمونيا المنتجة إلى صورة نتراتية أقل سُمية للنباتات، وتكون أكثر عرضة للغسيل من التربة مع الرى.

ولهذه الأسباب مجتمعة، فإن لا ينصح بإدخال السماد الحيوانى والمكمورة فى مخلوط الزراعة فى حالة تعقيمه بالحرارة.

٨– ومن المظاهر الأخرى لخاليط الزراعة المعقمة بالبخار – والتى تعرضت لدرجات حرارة أعلى ولمدة أطول مما يوصى به – أنه ينمو بها الفطر *Pezzia ostrachoderma* بأعداد كبيرة؛ نظرًا لغياب المنافسة له من الكائنات الأخرى. وينتج هذا الفطر جراثيم تكون فى البداية بيضاء، ثم تتحول إلى اللون الأصفر، فالبنى. وينمو كذلك الفطر *Pyronema* sp.، منتجًا جراثيم وردية اللون. وهذه الفطريات لا تصيب النباتات، ولا ضرر منها، ولكن غزوها لمخاليط الزراعة المعقمة يؤكد سهولة تكاثر أى من الكائنات الدقيقة فى غياب المنافسة من الكائنات الدقيقة الأخرى (Baker & Roistacher ١٩٥٧، و Nelson ١٩٨٥).

التعقيم بالمبيدات وتبخير التربة

يُراعى عند تعقيم التربة بالمبيدات – بصورة عامة – ألا تقل الحرارة عن ١٠°م، وألا

تكون شديدة الارتفاع؛ ذلك لأن المبيد لا يتبخر، ولا ينتشر فى التربة بكفاءة فى الحرارة المنخفضة، وقد يتحرك إلى أسفل فى الحرارة المنخفضة، ثم يتجه إلى أعلى عند ارتفاع درجة الحرارة بعد ذلك؛ الأمر الذى يضر بالنباتات التى يتصادف وجودها حينئذٍ. كذلك يتبخر المبيد بسرعةٍ كبيرةٍ فى الحرارة العالية؛ الأمر الذى يؤدى إلى سرعة تسربه من التربة، فتقل كفاءة عملية التعقيم تبعًا لذلك.

كما يجب ترطيب التربة — بهدف تنشيط نمو الكائنات الدقيقة الساكنة — قبل تعقيمها بالمبيدات.

وأفضل حرارة لإجراء عملية التعقيم بالمبيدات هى ١٥ ْم- ٢٠ ْم.

وإلى جانب أهمية المبيدات فى التخلص من مسببات الأمراض والآفات التى تجد فى التربة مأوى لها .. فإنها تُنشّط النمو النباتى، وربما يحدث ذلك من خلال تحفيزها لعملية تيسر الآزوت من المواد العضوية المتوفرة بالتربة (عن Bravenboer ١٩٥٥).

شروط استخدام مبخرات التربة

تستعمل المبيدات النيماتودية ومبخرات التربة فى خفض أعداد نيماتودا تعقد الجذور والمسببات المرضية الفطرية. وبينما تعامل التربة بالمبخرات قبل الزراعة، فإن المبيدات النيماتودية من غير المبخرات تستعمل — عادة — قبل الزراعة بقليل أو أثناءها.

وتتحقق أكبر استفادة من مبخرات التربة بتوفر الشروط التالية:

١- تحضير التربة جيدًا قل تبخيرها بحراثتها عميقًا وتنعيمها وتكسير القلاقيل ودفن البقايا النباتية عميقًا فى التربة.

٢- إجراء المعاملة والتربة مستحرثة، فلا تكون شديدة الجفاف أو زائدة الرطوبة.

٣- إجراء المعاملة عندما تتراوح حرارة التربة بين ١٠، و ٢١ ْم؛ ليكون تبخير المبيد بالمعدل الأكثر فاعلية.

٤- التخلص التام من بقايا النباتات فى التربة لأنها تعيق توزيع أبخرة المبيد خلال التربة، وتمتصه بصورة لارجعة فيها، وتتعارض مع عمل الآلة المستعملة فى المعاملة

بالمبيد، وتمنع إحكام إغلاق سطح التربة لمنع تسرب الأبخرة منها، وتحمى النيماتودا وبيضها من فعل المبخر.

٥- إحكام إغلاق سطح التربة بعد المعاملة مباشرة؛ الأمر الذى يتحقق — غالبًا — بالتغطية بالبلاستيك، ولكن قد يفيد —أحياناً — الرى بالرش.

ويلزم — عادة — مرور نحو ثلاثة أسابيع بين المعاملة والزراعة عندما تكون حرارة التربة فى حدود ١٠ °م، وذلك لتجنب الإضرار بالنباتات، ولكن قد تنخفض المدة إلى أسبوعين مع بعض المبخرات، على أن يكون ما لا يقل عن ٢-٧ أيام من تلك الفترة بعد رفع الغطاء البلاستيكى.

ولاختبار مدى أمان الزراعة فى أرض عوملت بالمبخرات تُجمع عينات من التربة المعاملة تكون ممثلة للطبقة المعاملة منها. توضع العينات فى أوعية زجاجية ذات غطاء يمكن إحكام غلقه. توضع عدة بذور من الفجل أو الخس أو اللفت ... إلخ على سطح عينة التربة فى الوعاء ويضغط عليها حتى تختفى فى التربة، ثم يغلق الوعاء جيدًا. تكرر العملية ذاتها فى وعاء آخر يحتوى على تربة غير معاملة. تلاحظ الأوعية الزجاجية لمدة ٢٤-٤٨ ساعة. يدل إنبات البذور على أن التربة أصبحت آمنة للزراعة فيها، ويدل عدم إنبات البذور فى عينة التربة المعاملة مع إنباتها فى العينة غير المعاملة على أن التربة المعاملة ليست آمنة — بعد — للزراعة فيها.

الفورمالدهيد

يستخدم الفورمالدهيد Formaldehyde فى تعقيم المشاتل الأرضية. ومخاليط الزراعة. وأوعية نمو النباتات، ويستعمل لذلك الفورمالين التجارى الذى تبلغ قوته ٣٧٪.

لتعقيم مخاليط الزراعة يستعمل الفورمالين التجارى بمعدل ٢.٥ ملعقة كبيرة فى كوب ماء لكل بوشل (١٠ لترات تقريبًا) من المخلوط. ويجب ألا تقل درجة حرارة المخلوط عن ١٣ °م، وأن يُحاط بالبلاستيك أثناء المعاملة.

ولتعقيم أوعية نمو النباتات يخفف الفورمالين التجارى بالماء بنسبة ١ : ٢٠. وتغمر الأوعية والأدوات المراد تعقيمها فى المحلول المخفف، ثم تصفى منه. وتترك تحت غطاء

بلاستيكى لمدة ٢٤ ساعة، ثم تُكشف وترش بالماء عدة مرات إلى أن تختفى رائحة الفورمالدهيد، ويستغرق ذلك ٤ أيام.

أما تعقيم تربة المشاتل الحقلية فيتم برش الفورمالين التجارى المخفف بالماء بنسبة ١ : ٥٠ على سطح التربة – بعد تجهيزها – بمعدل حوالى ٢٠–٤٠ لترا/م٢، ثم تُغطى التربة المعاملة بالبلاستيك لمدة يوم أو يومين، وبعد ذلك يرفع الغطاء، وتترك مهواة لمدة ١٤–٢١ يومًا قبل استعمالها فى الزراعة. ولا تزرع المشاتل قبل أن تزول منها رائحة الفورمالدهيد.

هذا .. وتعد أبخرة المبيد سامة للنباتات النامية؛ الأمر الذى يعنى عدم جواز استخدامه بالقرب من نباتات نامية، وخاصة لو وجدت النباتات مع التربة أو المواد التى يُراد تعقيمها فى حيزٍ واحدٍ مغلقٍ، كما فى الزراعات المحمية (عن Hartmann & Kester ١٩٨٣).

ويستدل من دراسات Avikainen وآخرين (١٩٩٣) على أن الفورمالين (٣٧٪ فورمالدهيد) أفاد فى مكافحة كل من: فطر البثيم مسبب مرض تساقط البادرات فى الخيار عند استعماله فى تعقيم بيئة زراعة أساسها البيت موس. وكذلك فطريات *Phomopsis sclerotioides*، و *Verticillium dahliae*، و *Didymella bryoniae* فى البيت.

التعقيم (أو التطهير) بهيبوكلوريت الصوديوم أو الكالسيوم

يستعمل هيبوكلوريت الصوديوم Sodium Hypochlorite، أو الكالسيوم Calcium Hypochlorite فى تطهير أوانى الزراعة التى يعاد استعمالها. ويستخدم لهذا الغرض مستحضرات التنظيف التجارية (مثل الكلوراكس Chlorox) التى تحتوى – عادة – على هيبوكلوريت الصوديوم بنسبة ٥,٢٪، بعد تخفيفها بالماء بنسبة ١ : ٥.

وقد أفاد هيبوكلوريت الصوديوم فى مكافحة كل من: فطر البيثيم *Pythium* – المسبب لمرض تساقط البادرات – فى البيت، و *Phomopsis sclerotioides* فى الرمل، و *Verticillium dahliae* فى الرمل والبيت (Avikainen وآخرون ١٩٩٣). كما وجد

Maheshwari & Saini (١٩٩٢) أن إضافة ١٠ كجم من مسحوق التبيض Bleaching Powder للهكتار (٤,٢ كجم للفدان) مع ماء الرى أدت إلى مكافحة مرض الجذع الأسود – التى تسببه البكتيريا *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica* فى البطاطس بصورة أفضل من الرش بالاستربتوسيكلين Streptocycline أو أوكسى كلورور النحاس.

بروميد الميثايل

يتوفر بروميد الميثايل Methyl Bromide فى حالة سائلة تحت ضغط؛ إما فى عبوات صغيرة زنة رطل، وإما فى أنابيب كبيرة مثل أنابيب البوتاجاز. ويتبخر هذا السائل ويغلى عند حرارة ٤,٤°م بمجرد فتح غطاء العبوة. ولكى يتم التعقيم بصورة جيدة فإنه يلزم منظم خاص ينتقل بواسطته الغاز من العلب المعدنية عبر خراطيم بلاستيكية إلى التربة أو الأدوات – التى يراد تعقيمها –، والتى تغطى جيدًا بغطاء من البلاستيك.

يستخدم بروميد الميثايل بمعدل ٦٠٠ جم لكل مترٍ مكعبٍ من مخاليط الزراعة. تترك المخاليط معرضة للغاز تحت الغطاء لمدة يوم على الأقل فى حرارة ١٥°م أو أعلى من ذلك، أو لمدة يومين على الأقل فى حرارة ١٠°م. ولا تجب المعاملة فى حرارة أقل من ذلك. وبعد المعاملة يترك المخلوط دون غطاء لمدة يوم على الأقل فى الجو الدافئ، ويومين على الأقل فى حرارة ١٠°م. وبعد ذلك يمكن تداوله. كما يمكن زراعة البذور بعد ثلاثة أيام من التهوية.

وعند تعقيم المشاتل الحقلية، يجب حرث الأرض جيدًا أولا لعمق ٣٠ سم. وهو العمق الذى تنمو فيه معظم الجذور، وتنتشر فيه الآفات، ثم تروى وتترك حتى تصل رطوبتها إلى نحو ٥٠٪ من السعة الحقلية، أو حتى تصبح مستحرثة، وحينئذٍ تعامل بالمبيد بمعدل ٥٠جم/م² من الحقل فى الأراضى الرملية الخفيفة، تزاد إلى ٧٥ جم/م² فى الأراضى الثقيلة.

وفى حالة تعقيم مساحات كبيرة من الأرض – كما فى الصوبات والحقول – فإنه يلزم التحكم فى عملية التعقيم .. فتعلق أولاً أنبوبة الغاز من ميزان زنبركى؛ حتى يمكن

معرفة كمية الغاز المنطلقة؛ وبذا .. يمكن التحكم فى الكمية المستخدمة فى المساحات المراد تعقيمها.

ويتم توصيل الغاز إلى التربة عبر أنابيب من البوليثيلين بقطر نحو ٤ سم، بها ثقوب متقابلة قطرها ملليمتر واحد تقريبًا كل حوالى ٢٠ سم. تُمَد هذه الأنابيب على سطح التربة المراد تعقيمها. وعند التعقيم يتم توصيلها بأنبوب الغاز الرئيسى. ويتم — عادة — مد أنابيب البوليثيلين بطول ٥٠ م، وعلى بعد ١٠٠ سم من بعضها البعض؛ وبذا .. فإن أنبوبٍ منها يعقم شريطًا من الأرض مساحته ٥٠م^2 (١×٥م). والعادة هى السماح للغاز بالانطلاق فى خطين من أنابيب البوليثيلين فى المرة الواحدة؛ وبذلك يُعَقّم فى كل مرةٍ ١٠٠ متر مربع من الأرض.

وعندما يكون الرى بطريقة التنقيط، فإن خراطيم الرى يمكن أن تستخدم لتوزيع الغاز؛ إما إلى خطوط الزراعة فقط، وإما إلى كل مساحة الأرض.

هذا .. وتُغطَّى كل المساحة المراد تعقيمها بشرائح بلاستيكية شفافة بعرض ٤م، تطوى حوافها بعضها على بعض، مع إضافة التربة بين البلاستيك عند طى الأطراف لمنع تسرب الغاز. وإذا اقتصر التعقيم على خطوط الزراعة فقط، فإن التغطية بالبلاستيك تكون بشرائح عرض الشريحة متر واحد.

ويراعى عند التعقيم ألا تقل درجة حرارة التربة عن ٢٠°م. كما يجب تسخين الغاز بإمراره أولاً خلال أنابيب فى جهازٍ خاص؛ حيث يتعرض الغاز لحرارة ١١٠°م. ومع خروجه من الجهاز تكون حرارته قد وصلت إلى نحو ٨٠°م، ومع وصوله عبر الأنابيب إلى التربة المراد تعقيمها تكون حرارته قد انخفضت إلى ما يقرب من ٢٠°م.

يترك الغطاء على المساحة المعاملة لمدة يومٍ واحد فى حرارة ٢٠°م، ويومين فى حرارة ١٠°م، ثم يُرفع ويُسمح بالتهوية الجيدة لمدة ثلاثة أيام، ثم يُبدأ فى إعداد الأرض للزراعة، على ألا تزرع قبل أسبوع من انتهاء عملية التهوية.

ونظرًا لأن بروميد الميثايل غاز شديد السمية وعديم الرائحة، فإنه يخلط بالكلوروبكرين — وهو مبيد فعال كذلك — بنسبة ضئيلة (٢٪)، حتى يمكن التنبيه إلى رائحة الغاز فى حالة تسربه.

ويؤدى التعقيم ببروميد الميثايل إلى قتل بذور الحشائش (باستثناء الخبيزة التى تكون أقل تأثرًا)، والنيماتودا، ومعظم الفطريات (باستثناء فطر الفيرتسيليم الذى لا يقاوم بصورة مقبولة)، والبكتيريا، والحشرات التى توجد فى التربة (Lorenz & Maynard ١٩٨٠).

ويتوفر عدد من التحضيرات التجارية التى تحتوى على مخاليط من بروميد المثايل والكلوروبكرن بنسب متفاوتة، وتستعمل كما يستعمل بروميد الميثايل.

وتبعًا لاتفاقية مونتريال Montreal Protocol — الخاصة بالمواد التى تقضى على طبقة الأوزون — فإن استعمال بروميد الميثايل قد توقف فى الدول المتقدمة عند المستوى الذى كان عليه عام ١٩٩١ حتى عام ١٩٩٨، ثم انخفض بنسبة ٢٥٪ بين ١٩٩٩، و ٢٠٠٠، وبنسبة ٥٠٪ بين ٢٠٠١، و ٢٠٠٢، وبنسبة ٧٠٪ بين ٢٠٠٣، و ٢٠٠٤ إلى أن توقف نهائيًّا عام ٢٠٠٥.

وقد سمحت الاتفاقية وملحقاتها بالاستمرار فى استعمال بروميد الميثايل فى تبخير المحصول والأجزاء النباتية لأغراض الحجر الزراعى بين الدول. وللأغراض الزراعية التى ليس لها بديل لاستعمال بروميد الميثايل.

كما سمحت الاتفاقية — كذلك — للدول النامية بالاستمرار فى استعمال بروميد الميثايل حتى عام ٢٠١٥ فقط، وللدول المتقدمة بإنتاج بروميد الميثايل للتصدير إلى الدول النامية المستمرة فى استعماله حتى ذلك التاريخ، وذلك كإجراء غير محفز للدول النامية على إقامة صناعات جديدة لهذا الغرض. وعلى الرغم من ذلك، فإن أسواق السوبر ماركت بالسوق الأوروبية المشتركة لا تسمح باستقبال أى منتجات يكون قد استعمل بروميد الميثايل فى إنتاجها، أو حتى فى إنتاج أى منتجات أخرى — غير تصديرية — فى نفس المزرعة.

الكلوروبكرن

يستخدم الكلوروبكرن Chloropicrin (وهو: trichloronitromethane) فى تعقيم التربة منفردًا إلى جانب استعماله مخلوطًا مع بروميد الميثايل.

يستعمل الكلوروبكرن فى تعقيم مخاليط التربة بمعدل ٥ مل (١ مل = ١سم^{3}) لكل قدم^{3} من مخلوط الزراعة (حوالى ١٨٥ مل لكل متر مكعب من مخلوط التربة)، أو نحو ٣٥ مل لكل متر مسطح من الأرض. ويجب ألا تقل حرارة مخلوط التربة أثناء المعاملة عن ١٣°م، كما يجب أن يمر أسبوعان بعد المعاملة قبل استخدام التربة فى الزراعة.

كما يمكن استعمال الكلوروبكرن فى تعقيم تربة الحقل أو البيوت المحمية بعد إعدادها للزراعة؛ وذلك بمعدل ٢٠٠ لتر للفدان؛ حيث يُعطَى ٣ مل من المبيد فى كل حقنة على أبعاد ٢٥ × ٢٥ سم. ويجب رى الأرض بعد المعاملة مباشرة؛ حتى لا يتسرب المبيد. كما تفضل تغطية المساحة المعاملة، على أن يرفع الغطاء بعد ٣–٤ أيام، وتترك لمدة ٧–١٠ أيام؛ حتى يتم التخلص من كل آثار المبيد قبل زراعة البذور؛ لأن الكلوروبكرن سام للنباتات، سواء أوصلها عن طريق الجذور أم عن طريق الهواء.

ويفيد الكلوروبكرن فى التخلص من الحشرات، والنيماتودا، وبذور الحشائش، وكل الفطريات، ما عدا القليل منها، إلا أنه يسبب مضايقات للقائمين باستعماله (Lorenz & Maynard ١٩٨٠).

وقد وجد أن التعقيم بالكلوروبكرن يؤدى إلى تحسين النمو بعد المعاملة، حتى فى غياب مسببات الأمراض. كما لوحظ أن تعداد البكتيريا يرتفع فى التربة المعاملة إلى ٢–٣ أضعاف التعداد العادى — الذى يوجد فى التربة غير المعاملة — لمدة مائة يوم بعد المعاملة، ويصاحب ذلك تيسر النيتروجين من المادة العضوية فى التربة بمقدار ١½–٢ ضعف معدل التيسر فى التربة غير المعاملة (Bravenboer ١٩٥٥).

البازاميد

البازاميد Basamid مبيد محبب يستخدم فى تعقيم التربة ومخاليط الزراعة، وهو حبيبى granular، ويحتوى على ٩٨٪ دازوميت Dazomet، الذى يتحلل فى التربة لينتج المركب الفعال methyl isothiocyanate. وهو فعال ضد مدى واسع من النيماتودا وفطريات وحشرات التربة والحشائش، وخاصة النابتة منها، وكذلك الخضرية التكاثر

مثل السعد، والمتطفلة مثل الهالوك. ويستخدم البازاميد فى تعقيم الصوبات والمشاتل، وأوعية الزراعة، ومخاليط التربة.

وإذا وجدت جذور نباتية مصابة بالنيماتودا يجب تركها لتتحلل فى التربة الرطبة أولاً لمدة ٢–٣ أسابيع قبل المعاملة بالبازاميد.

تختلف الكمية المستعملة من البازاميد لكل متر مكعب من خلطة الزراعة، أو لكل متر مربع من سطح التربة كما سيأتى بيانه، ويراعى زيادة الكمية المستعملة منه عند زيادة المادة العضوية فى التربة. كما تجب إضافة المادة العضوية قبل حرث التربة، وليس مع البازاميد، أو بعد إضافته.

يجب أن تكون التربة ممهدة جيدًا وناعمة إلى العمق الذى يُرغب فى تعقيمه؛ لأن البازاميد لا يمكنه الوصول إلى داخل تكتلات التربة. كما يجب تجنب إجراء المعاملة بالبازاميد والتربة جافة. وتزداد كمية البازاميد المستعملة عند زيادة محتوى التربة من المادة العضوية، كما تزداد كذلك الفترة من انتهاء التعقيم إلى حين الزراعة.

ويحصل على أفضل النتائج من استعمال البازاميد حينما تحتوى التربة على رطوبة بنسبة ٦٠٪–٧٠٪ من سعتها الحقلية لمدة ٨–١٤ يومًا — قبل المعاملة بالمبيد — حسب درجة الحرارة السائدة. ففى مثل هذه الظروف تكون الآفات ومسببات الأمراض فى أكثر حالاتها حساسية للمبيد، كما تكون البذور قد باشرت الإنبات؛ حيث تكون أكثر عرضة للتسمم بالمبيد.

وعند تعقيم مخاليط الزراعة بالبازاميد يتم فرش المخلوط على شريحة من البوليثيلين ثم يضاف البازاميد — بين طبقات من المخلوط — بمعدل ٢٠٠–٣٠٠ جم من المبيد لكل متر مكعب من بيئة الزراعة، مع خلط المبيد جيدًا مع طبقة المخلوط فى كل مرة. يكوّم المخلوط حتى ارتفاع متر، ثم يُرش بالماء أو يُغطى بشريحة بلاستيكية. يُترك المخلوطُ على هذا الوضع لمدة ٤–٢٥ يومًا — حسب درجة الحرارة — ثم يُهوى المخلوطُ بنقله باستعمال "الكريك"، ويترك لمدة ٢–١٠ أيام. ويمكن تقصير فترة التهوية بتكرار تحريك المخلوط باستعمال الكريك؛ وذلك للسماح بزيادة سرعة خروج الغازات من كومة مخلوط الزراعة.

ويمكن استعمال البازاميد فى حقول الزراعة على صورة حزام مكان خط الزراعة المتوقع. يكون عرض الحزام — عادة — ٢٠ سم، وتكون إضافة المبيد حتى عمق ٢٠ سم. بمعدل ٤٠–٦٠ جم/م^{٢} من سطح الأرض. وتلزم زيادة كمية المبيد المستعملة بمقدار ١٥–٢٠ جم/م٢ من سطح الأرض مع كل ١٠ سم إضافية عمقًا يُراد تعقيمها. يراعى خلط المبيد جيدًا بالتربة الناعمة، والتأكد من الزراعة فى منتصف الحزام بعد انتهاء فترة التعقيم والتهوية. ويفيد ذلك فى السماح للنباتات الصغيرة بالنمو فى بيئة خالية من مسببات الأمراض والآفات، إلى أن تكبر فى العمر والحجم، وتصبح أكثر قدرة على تحمل الإصابات المرضية، أو أقل تأثرًا بتلك الإصابات المتأخرة. ويتوقف عرض وعمق الحزام — الذى يمكن تعقيمه — على الفترة التى يُراد أن تنمو خلالها النباتات دون أن تتعرض للإصابة بالأمراض والآفات.

بعد انتهاء المعاملة بالبازاميد يجب تفكيك الطبقة السطحية من التربة حتى العمق الذى سبق خلطه بالمبيد، مع الحذر من إثارة التربة لأعماق أكثر من ذلك؛ حتى لا تخلط الطبقات السفلى غير المعقمة مع الطبقة العلوية المعقمة.

ويسمح بمرور فترة تتراوح بين ٤ أيام و ٢٢ يومًا — حسب درجة الحرارة — لتهوية التربة قبل الزراعة فيها من جديد.

وتتوقف فترة التعقيم وفترة التهوية المناسبتان على طبيعة التربة ودرجة الحرارة السائدة. وفى الأراضى الطميية تكون تلك الفترات كما يلى:

درجة الحرارة (° م)	فترة التعقيم (يوم)	فترة التهوية قبل الزراعة (يوم)
≥٢٥	٤	٤
٢٠	٦	٥
١٥	٨	٧
١٠	١٢	١٢
٦	٢٥	٢٢

وتكون تلك الفترات أقصر فى الأراضى الخفيفة.

ولا تجوز المعاملة بالبازاميد عند انخفاض حرارة التربة عن ٦ °م،وإلا تسرب المبيد بعمق فى التربة؛ محدثًا أضرارًا بعد ذلك. وإذا كانت الحرارة شديدة الارتفاع قلت فاعلية المبيد؛ نظرًا لسرعة تبخره فى الهواء الخارجى. ويمكن تقصير فترة التهوية بتكرار إثارة التربة (نشرة BASF).

السيستان

السيستان Sistan مبيد سائل يستخدم فى تعقيم أرض البيوت المحمية والأوعية ومخاليط التربة المستخدمة فى المشاتل، كما يستخدم أيضًا فى تعقيم الحقول المكشوفة. وعند المعاملة يتحلل السيستان فى التربة؛ وينطلق منه المركب الفعال، وهو — كما فى البازاميد — methyl isothiocyanate.

ويتميز السيستان بفعاليته ضد عديدٍ من الآفات؛ منها: النيماتودا، وفطريات التربة، وبعض الآفات الحيوانية، وعديد من الحشائش الحولية، كما يؤدى إلى زيادة فى الآزوت الميسر بالتربة.

ويجب ألا يستخدم المبيد إذا كانت حرارة التربة أقل من ٧ °م، ويَحْسُن ألا تقل عن ١٠ °م.

وقد يستخدم فى تعقيم أرض الصوبات إما مع ماء الرى (بمعدل ١,٢ لترًا فى ١٢٠ لتر ماء/١٠م^٢)، وإما بالحقن على عمق ٢٠ سم على مسافات ٣٠ سم (بمعدل ١,٢ لترًا/١٠م^٢).

هذا .. ويجب أن تمر سبعة أسابيع بين المعاملة والزراعة؛ حيث تقفل الصوبة أو يحكم غطاء بلاستيكى على التربة لمدة أسبوعين بعد المعاملة، ثم تُحرث التربة مرة ثانية، وتُترك بحالتها لمدة أسبوعين آخرين. ولا يجب إعداد الأرض للزراعة قبل مرور خمسة أسابيع من أول حرثة بعد المعاملة. وفى حالة المعاملة عند ارتفاع درجة الحرارة يجب رش سطح التربة بالماء على فترات بعد المعاملة (نشر المبيد، شركة Unicrop).

التيلون

التيلون Telone عبارة عن 1,3-dichloropropene (اختصارًا 1,3-D)، ويتوفر منه

Telone II، و Telone C-17. إن التيلون مبيد نيماتودى فعال. كما يفيد فى قتل حشرات التربة وبعض الفطريات. وهو قد يستعمل منفردًا أو مخلوطًا مع الكلوروبكرن (عن Ristaino & Thomas ١٩٧٧).

الـ دى دى

يستخدم الـ دى دى D-D (وهو مخلوط من 1,3-dichloroprepne مع 1,2-dichloropropane) فى التخلص من النيماتودا والحشرات، ولا يجوز استخدامه إلا عندما تكون درجة حرارة التربة ١٠°م على الأقل. وتعامل به التربة بمعدل ٢٠٠–٣٧٥ لترًا/هكتار (٨٤–١٥٨ لتر/فدان). ويجب الانتظار لمدة ٢–٤ أسابيع بعد المعاملة حتى الزراعة. وهو سام للنباتات.

الفابام

إن الفابام Vapam عبارة عن ميثام صوديوم metham-sodium (وهو: sodium N-methyldithiocarbamate)، وهو مبيد سائل قابل للذوبان فى الماء يستخدم فى التخلص من النيماتودا، والفطريات، ومعظم الحشائش. ولا يجوز استخدامه إلا عندما تكون حرارة التربة ١٠°م على الأقل. يكوِّن المبيد غازًا يتخلل التربة بسرعة، ويضاف رشًا على سطح التربة، أو مع ماء الرى، أو بآلات حقن خاصة. تعامل مراقد البذور بمعدل نحو لترٍ من المبيد فى ٩ لترات ماء لكل نحو ١٠م٢ من المساحة. يجب الرى بعد المعاملة مباشرة والانتظار لمدة ٢–٣ أسابيع بعد المعاملة حتى الزراعة. ولا يعد هذا المبيد سامًا للإنسان كالمبيدات الأخرى (Lorenz & Maynard ١٩٨٠).

الفورلكس

يستخدم الفورلكس Vorlex فى التخلص من النيماتودا والحشائش والفطريات. ولا يجوز استخدامه إلا عندما تكون حرارة التربة ١٠°م على الأقل. ويجب الانتظار لمدة ٢–٤ أسابيع بعد المعاملة حتى الزراعة. وهو سام للنباتات. وتجب تغطية الأرض بالبلاستيك عقب المعاملة.

التمك Temik **والفايدت** Vydate

كلاهما يستخدم فى التخلص من النيماتودا وبعض الحشائش والفطريات. ولا يجوز استخدامهما إلا عندما تكون حرارة التربة ١٠°م على الأقل (Hanan وآخرون ١٩٧٨).

بروميد البروبارجيل Propargyl bromide

الأوزون

إن الأزون Ozone عبارة عن غاز يولدّ فى موقع الاستعمال بالاستعانة بمولدات أوزون متنقلة، ويتراوح معدل الاستعمال بين ١٢، و ١٨٨ كجم/فدان (عن Martin ٢٠٠٣).

ولقد أدت معاملة التربة بأى من الأوزون أو الترايكودرما *Trichoderma* spp. إلى خفض نسبة نباتات الطماطم المصابة بأى من الجذر الفلينى. أو عفن الجذر الفيوزارى. أو الذبول الفيوزارى مع زيادة النمو النباتى، وكذلك زيادة المحصول بنسبة وصلت إلى ٤٠٪ (Bourbos & Barbopoulou العدد رقم ٦٩٨ من .Acta. Hort).

يوديد الميثايل

يعد يوديد الميثايل methyl iodide (وهو: iodomethane) أبرز بديل لبروميد الميثايل؛ نظرًا لفاعليته الشديدة كمعقم للتربة، دون أن يكون له أى تأثيرات سلبية على طبقة الأوزون. ولقد أنتج هذا المركب تجاريًا بواسطة Arvesta تحت اسم Midas (عن Martin ٢٠٠٣).

ولقد أظهرت الدراسات التى أجريت فى كاليفورنيا أن تبخير التربة بنحو ٦٨ كجم من يوديد الميثايل يعادل فى فاعليته ١١٣٫٥–١٢٢٫٥ كجم من بروميد الميثايل، علمًا بأن الأول كان مثل الثانى – أو أفضل منه – فى القضاء على بذور الحشائش، والنيماتودا، والمسببات المرضية التى تجد فى التربة مأوى لها (University of California Delivers – الإنترنت – ٢٠٠٨).

آزايد الصوديوم

تعد المحاليل المائية لآزايد الصوديوم sodium azide ثابتة فى pH أعلى من ٩.٠. ولكنها تتحول إلى المعقم حامض الأيدرازوِّك hydrazoic acid (NH_3) فى pH يقل عن ٨.٠. وللمعاملة به حقليًا يُخلط هذا المركب مع مادة حاملة مثبتة ذات pH يزيد عن ٩.٠، ومع حقنه فى شبكة الرى فإن تلك التركيبه تحميه بتحويله إلى حامض الأيدرازوِّك إلى أن يصل إلى التربة التى يُراد تعقيمها، ومع فترة نصف حياة للمركب تعد بالأيام. فإن احتمالات تلوث المياه الجوفية به تُعد شبه معدومة.

ولقد وجد أن المعاملة بآزايد الصوديوم تكافح مسببات الأمراض، والنيماتودا، والحشائش. شريطة إجراء المعاملة حتى العمق الذى تصل إليه معظم الجذور؛ الأمر الذى يتوفر بالمعاملة مع ماء الرى بالتنقيط. ويستعمل المركب — عادة — بمعدل ٤٧ كجم للفدان (Martin ٢٠٠٣).

ولقد وجد أن آزايد الصوديوم sodium azide — فى الصورة السائلة التى طورها R. Rodriguez-Kabana الأستاذ بجامعة أوبورن Abuburn University — يؤدى عند حقنه فى التربة من خلال شبكة الرى بالتنقيط تحت غطاء بلاستيكى إلى القضاء على بذور الحشائش ومسببات الأمراض والنيماتودا والحشرات؛ وبذا .. فهو يعد بديلاً جيدًا لبروميد الميثايل؛ علمًا بأنه يتحلل فى التربة إلى سماد يفيد النباتات. ويتوفر المنتج التجارى لهذا المركب تحت اسم SEP-100 (Southeast Farm Press — الإنترنت — ٢٠٠٨).

الداى ميثايل داى سلفيد

أدت معاملة التربة بالـ داى ميثايل داى سلفيد dimethyl disulphide بمعدل ٨٠ جم لكل متر مربع من التربة، مع التغطية لمدة أسبوع إلى القضاء التام على كل من الفطرين *Rhizoctonia solani*، و *Verticillium dahliae*، وعلى ٨٥٪ من الفطر *Sclerotium rolfsii* مقارنة بمكافحة ١٠٠٪ للفطر عندما كانت المعاملة ببروميد الميثايل. هذا ولم يختلف محصول الفراولة جوهريًا بين معاملتى الـ Dimethyl disulphide وبروميد الميثايل (Fritsch — العدد رقم ٦٩٨ من .Acta Hort).

بدائل بروميد الميثايل المتاحة

يعطى جدول (٢-٢) قائمة ببدائل بروميد الميثايل المتاحة للاستعمال مع مختلف المحاصيل والمسجلة للاستعمال معها فى الولايات المتحدة بموافقة الـ Environmental Protection Agency (اختصارًا: EPA)، وكذلك البدائل التى مازالت تحت الدراسة.

جدول (٢-٢): بدائل بروميد الميثايل المتاحة للاستعمال مع مختلف المحاصيل والمصرح باستعمالها فى الولايات المتحدة، والبدائل التى مازالت تحت الدراسة (http://www.epa.gov/ozone/alts.html).

المحاصيل	البدائل المتاحة لبروميد الميثايل	البدائل التى مازالت تحت الدراسة
القرعيات	1,3-Dichloropropene	Dimenthyl Disulfide
	Chloropicrin	Furfural
	Glyphosate	Iodomethane
	Halosulfuron	Propargyl Bromide
	Metam Sodium	Sodium Azide
	Paraquat	
	1,3-Dichloropropene + Chloropicrin	
الباذنجان	1,3-Dichloropropene	Dimethyl Disulfide
	Chloropicrin	Furfural
	Halosulfuron	Iodomethane
	Metam Sodium	Propargyl Bromide
	Napropamide	Sodium Azide
	Trifluralin	
	1,3-Dichloropropene + Napropamide + Trifluralin	
	1,3-Dichloropropene + Chloropicrin	
	Metam Sodium + Chloropicrin	
شتلات الأشجار الخشبية	1,3-Dichloropropene	Dimethyl Disulfide
	Chloropicrin	Iodomethane
	Dazomet	Sodium Azide
	Metam Sodium	Propargyl Bromide
	Metam Sodium + Chloropicrin	

تابع جدول (٢-٢).

الحاصيل	البدائل المتاحة لبروميد الميثايل	البدائل التى مازالت تحت الـــــدراسة
	1.3-Dichloropropene + Chloropicrin	
المشاتل	1,3-Dichloropropene	Dimethyl Disulfide
	Chloropicrin	Sodium Azide
	Iodomethane	Propargyl Bromide
	Dazomet	
	Metam Sodium	
	1,3-Dichloropropene + Chloropicrin	
	1,3-Dichloroproene + Metam Sodium	
مشاتل الورد	1.3-Dichloropropene	Dimethyl Disulfide
	Chloropicrin	Sodium Azide
	Dazomet	Propargyl Bromide
	Iodomethane	
	Metam Sodium	
	Sodium Tetrathiocarbonate	
	1.3-Dichloropropene + Chloropicrin	
	1.3-Dichloropropene + Chloropicrin + Metam Sodium	
	1.3-Dichloropropene + Metam Sodium	
إعادة زراعة بساتين الفاكهة	1.3-Dichloropropene	Dimethyl Disulfide
	Chloropicrin	Sodium Azide
	Dazomet	Propargyl Bromide
	Iodomethane	
	Metam Sodium	
	Sodium Tetrathiocarbonate	
	1,3-Dichloropropene + Chloropicrin	
	1,3-Dichloropropene + Metam Sodium	
	1,3-Dichloropropene + Chloropicrin + Metam Sodium	
نباتات الزينة	1,3-Dichloropropene	Dimethyl Disulfide
	Dazomet	Furfural

تابع جدول (٢-٢).

المحاصيل	البدائل المتاحة لبروميد الميثايل	البدائل التى مازالت تحت الدراسة
	Chloropicrin	Sodium Azide
	Iodomethane	Potassium Tri-iodide
	Metam Sodium	Propargyl Bromide
	1,3-Dichloropropene + Chloropicrin	
	Dazomet + Chloropicrin	
	Metam Sodium + Chloropicrin	
الفلفل	Metam Sodium	Dimethyl Disulfide
	1,3-Dichloropropene + Chloropicrin	
	1,3-Dichloropropene + Metam Sodium	
استعمالات بعد الحصاد	Phosphine	Ethyl Formate
	Sulfuryl Fluoride	Ethylene Oxide
		Methyl Formate
الفراولة	1,3-Dichloropropene	Dimethyl Disulfide
	Chloropicrin	Furfural
	Dazomet	Propargyl Bromide
	Iodomethane	
	Metam Sodium	
	Terbacil	
	1,3-Dichloropropene + Chloropicrin	
	1,3-Dichloropropene + Chloropicrin + Metam Sodium	
	Metam Sodium + Chloropicrin	
مشاتل الفراولة	Chloropicrin	Dimethyl Disulfide
	1,3-Dichloropropene	Furfural
	Iodomethane	Propargyl Bromide
	Metam Sodium	Sodium Azide
الطماطم	1,3-Dichloropropene	Dimethyl Disulfide
	Chloropicrin	Furfural
	Dazomet	Pebulate
	Iodomethane	Propargyl Bromide

تابع جدول (٢-٢).

الحاصيل	البدائل المتاحة لبروميد الميثايل	البدائل التى مازالت تحت الدراسة
	Metam Sodium	Sodium Azide
	Glyphosate	
	Paraquat	
	Halosulfuron-methyl	
	s-Metolachlor	
	Trifloxysulfuron-methyl	
	Rimsulfuron	
	Metam Sodium + Chloropicrin	
	1,3-Dichloropropene + Metam Sodium	
	1,3-Dichloropropene + Chloropicrin	
	Fosthiazate	
المسطحات الخضراء	1,3-Dichloropropene	Dimethyl Disulfide
	Iodomethane	Sodium Azide
	Metam Sodium	
	Dazomet	
	Dazomet + Chloropicrin	
	Metam Sodium + Chloropicrin	

وبصورة عامة .. فإن كل المبيدات التى تستخدم فى تعقيم التربة تعتبر سامة جدًا للنباتات، ويجب عدم الزراعة فى التربة المعاملة إلا بعد انقضاء فترة كافية للتخلص من كل آثار المبيد. وتتوقف هذه الفترة على المبيد، ودرجة الحرارة، والرطوبة الأرضية، وقوام التربة. وتقل المدة عند ارتفاع درجة الحرارة، وعند اعتدال الرطوبة الأرضية؛ لأن المبيد ربما لا يتسرب بسهولة من التربة الزائدة الرطوبة.

وتجب المحافظة على التربة المعقمة من التلوث بعد التعقيم؛ لأن الفطريات التى تلوث التربة تكون فى التربة المعقمة أكثر ضراوة منها فى التربة غير المعقمة؛ لغياب الكائنات المنافسة لها.

وقد وجد أن حقن بدائل بروميد الميثايل عن طريق شبكة الرى بالتنقيط يكون مقبولاً فى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور .*Meloidogyne* spp، ونيماتودا الموالح *Tylenchulus*

semipenetrans فى قطاع التربة المبتل. ولكن دون التأثير فى النيماتودا عند أكتاف مصاطب الزراعة، علمًا بأن البدائل التى استخدمت كانت كما يلى: (عن Schneider وآخرين ٢٠٠٨).

1,3-dichloropropene (1,3-D or Telone)
1,3-D + Chloropicrin (Pic)
iodomethane (IM) + Pic
propargyl bromide (PBr)
metam sodium (MS)

غمر التربة بالماء لفترات طويلة

يفيد غمر التربة بالماء — لفترات طويلة — فى التخلص من عديد من مسببات الأمراض والآفات التى تعيش فى التربة. ويرجع تأثير الغمر — أساسًا — إلى نقص الأكسجين فى التربة مع طول فترة الغمر بماء راكد، علمًا بأن تجديد الماء يسمح بتزويد الكائنات الضارة التى تعيش فى التربة بمزيد من الأكسجين الذى يكون ذائبًا فى الماء؛ الأمر الذى يقلل من فاعلية الغمر.

ويكون الغمر بالماء أكثر فاعلية إذا أجرى صيفًا — أثناء ارتفاع درجة الحرارة — مما لو أجرى شتاءً؛ نظرًا لتضاعف معدل التنفس — ومن ثم الحاجة إلى الأكسجين — فى الحرارة المرتفعة؛ مقارنة بالحرارة المنخفضة؛ الأمر الذى يؤثر — بدوره — على كفاءة عملية الغمر فى التخلص من مسببات الأمراض والآفات التى تعيش فى التربة. فمثلاً .. وُجِدَ أن تواجد فطر الفيوزايم المسبب للذبول الفيوزارى فى الموز يزداد بمقدار ٢٠–٣٠ ضعفًا عند الغمر على ١٣°م؛ مقارنة بتواجده عند الغمر على حرارة ٢٤°–٣٤°م.

ولقد كان لغمر أراضى الحياض فى الصعيد — فى موسم الفيضان كل عام قبل إنشاء السد العالى — دورًا غاية فى الأهمية فى القضاء على مسببات أمراض البصل فى التربة، وخاصة الفطر المسبب للعفن الأبيض. كما أن زراعة الأرز تفيد كثيرًا فى القضاء على عديدٍ من مسببات الأمراض.

ومن بين مسببات الأمراض التى يقضى عليها غمر التربة بالماء ما يلى:

١ – فطر الفيوزاريم .*Fusarium* spp المسبب للذبول الفيـــوزارى.

٢– فطر الفيرتسيليم .*Verticillium* spp المسبب لذبول فيرتسيليم.

٣– الفطر *Sclerotinia sclerotiorum*.

٤– بذور الهالوك.

٥– عدة أنواع نيماتودية؛ منها: .*Meloidogyne* spp (نيماتودا تعقد الجذور)، و .*Trichodorus* spp، و .*Tylenchorhyncus* spp، و *Radophlus similis*، و *Aphelenchoides oryzae*، (مسبب مرض القمة البيضاء White Tip فى الأرز).

٦– بكتيريا الذبول *Ralstona solanacearum*، حيث يؤدى غمر التربة بالماء إلى خفض أعداد البكتيريا فى التربة (عن Palti ١٩٨١).

٧– كما وجد أن غمر التربة بالماء أدى إلى فقد الأجسام الحجرية للفطر *Corticum rolfsii* لحيويتها بنسبة ٩٠٪ فى خلال تسعة أيام من الغمر، وارتبط فقد الحيوية بفقدها الكامل لقدرتها على إصابة النباتات (Sariah & Tanaka ١٩٩٥).

تعقيم (بسترة) التربة بالإشعاع الشمسى

يقتصر تعقيم أو بسترة التربة بالإشعاع الشمسى Solar Pasteurization of Soil على المناطق ذات الجو الحار، وفى الأراضى التى يمكن تركها دون زراعة لمدة ٤٥ يومًا على الأقل.

طريقة إجراء التعقيم بالإشعاع الشمسى

مجمل الطريقة ومتطلبات نجاحها

يتعين عند تعقيم التربة بالتشميس تنعيمها جيدًا لكى يمكن فرد الغشاء البلاستيكى عليها وجعله ملامسًا لكل سطح التربة؛ ذلك لأن وجود كتل التربة (القلاقيل) يعنى وجود جيوب هوائية تحت الغطاء تعمل كعازل بينه وبين التربة، مما يقلل فى فرصة رفع حرارة التربة بالتشميس.

وللسبب ذاته لا يجوز استهداف تعقيم الحقل كله بالتشميس إذا كان مجهزًا على

صورة خطوط أو مصاطب، إلاّ إذا كان الهدف هو تعقيم سطح المصاطب فقط، وهو أمر غير مستحب لأنه يوفر فرصة لإعادة تلوث تربة سطح المصاطب المعقمة من التربة المجاورة لها غير المعقمة (DeVay ١٩٩١ب).

تتلخص طريقة بسترة التربة بالتشميس soil solarization فيما يلى:

١- إزالة المخلفات النباتية من الزراعة السابقة.

٢- الحراثة العميقة للتربة.

٣- إضافة سبلة غير متحللة (طازجة) وخلطها جيدًا بالتربة.

٤- غمر الحقل بالماء بمعدل ٢٠٠-٢٥٠م^3 للفدان.

٥- غمر الحقل مرة أخرى بالماء بعد أسبوعين بمعدل ١٧٥-٢٥٠م^3 للفدان.

٦- حراثة التربة وتنعيمها بعد ١٠-١٢ يومًا.

٧- مدّ خطوط الرى بالتنقيط.

٨- تغطية التربة بغشاء بلاستيكى شفاف، مع تغطية حواف الغشاء جيدًا بالتربة.

٩- إضافة الماء بمعدل ٢٥م^3 للفدان.

١٠- إضافة الماء كل خمسة أيام — لمدة ٤٥ إلى ٥٠ يومًا — بمعدل ١٧,٥م^3 للفدان.

ويفيد الجمع بين الإضافات العضوية والبسترة بالتشميس soil solarization فى زيادة فاعلية التشميس بفعل الحرارة التى تنتج من تحلل المادة العضوية.

ومن أهم مزايا بسترة التربة بالتشميس ما يلى:

١- تفيد فى جميع الحالات التى لا يتوفر فيها مبيدات مسجلة للاستعمال.

٢- يُسمح بها فى حالات الإنتاج العضوى.

٣- تعطى دفعة قوية للنمو النباتى القوى المبكر.

أما أهم عيوبها فهى:

١- يلزم الاستغناء عن الأرض لمدة شهر إلى شهرين.

٢- ضرورة توفر ماء الرى، حيث لا يناسبها الاعتماد على مياه الأمطار.

٣- ضرورة أن تكون الحرارة عالية خلال فترة التشميس.

٤- لا تقضى على المسببات المرضية التى قد تتواجد عميقًا فى التربة.

٥- تحتاج إلى آليات خاصة عند الرغبة فى تشميس مساحات كبيرة.

٦- إذا وجدت مساحات غير معقمة بين مصاطب معقمة فإنها تكون مصدرًا للتلوث بالمسببات المرضية.

ويمكن الرجوع إلى الدراسات المبكرة حول بسترة التربة بالتشميس soil solarization فى مقال Katan (١٩٨١) الذى تم فيه تناول الموضوع من مختلف جوانبه، مع التركيز على الدراسات التى أجراها بنفسه ومع معاونيه حول هذا الموضوع فى إسرائيل.

ويعد De Vay وآخرون (١٩٩١) من أشمل المراجع التى تتناول موضوع بسترة التربة بالتشميس، أو ما يُعرف باسم soil solarization، وهو عبارة عن وقائع لمؤتمر نظمته منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة.

إعداد التربة للتعقيم

يجب أن تكون التربة المراد تعقيمها مستوية وخالية من الحشائش والنباتات. والمخلفات النباتية والكتل الترابية الكبيرة التى ترفع البلاستيك؛ مما يؤدى إلى تواجد جيوب هوائية تقلل من كفاءة عملية التعقيم؛ ولذا .. يجب توجيه عناية خاصة إلى عملية تنعيم التربة وجعلها مستوية تمامًا.

يحرث الحقل المراد تعقيمه جيدًا حتى عمق ٣٠-٣٥ سم، ثم يروى جيدًا بالرش. أو بالتنقيط، أو بالغمر. وبعد أن تجف التربة إلى درجة تسمح بمرور الجرارات الزراعية عليها (ويستغرق ذلك مدة يوم أو يومين فى الأراضى الخفيفة). يغطى سطح التربة بشرائح بلاستيكية شفافة بسمك ٤٠-٨٠ ميكرونًا، وتشد جيدًا لمنع تواجد أية جيوب هوائية تحتها، ثم تترك لمدة ٤-٨ أسابيع. هذا .. مع العلم أن شرائح البوليثيلين الرقيقة هذه تكون قليلة التكلفة، ولها نفس فاعلية الشرائح السمكية.

وقد تُترك مسافات بين شرائح البلاستيك للمرور عليها، وتلك المسافات تكون غير معقمة، وتشكل مصدرًا لإعادة إصابة الحقل. وتلزم المحافظة على شرائح البلاستيك أثناء التغطية من الأضرار التى يمكن أن تحدثها الطيور أو الماشية.

ويلزم لنجاح هذه الطريقة فى تعقيم التربة مراعاة ما يلى:

١- أن تظل التربة رطبة أثناء فترة التغطية؛ لزيادة حساسية الكائنات المسببة للأمراض الموجودة بها، ولزيادة مقدرتها على التوصيل الحرارى.

٢- إطالة فترة التغطية لمكافحة الكائنات المسببة للأمراض، والتى تكون متعمقة فى التربة؛ لأن الحرارة لا ترتفع كثيرًا؛ حيث تتواجد هذه الكائنات.

اختيار البلاستيك المناسب للتعقيم

يفضل لتعقيم التربة استعمال بلاستيك بسمك ٢٥ ميكرونًا؛ لأنه يكون أرخص وأكثر كفاءة. لكن نظرًا لكثرة تعرضه للتمزق من أقل ضغط عليه .. يفضل بلاستيك بسمك ٤٠-٨٠ ميكرونًا، مع الحرص على رتق أية تمزقات باستعمال شريط لاصق شفاف. ولا يفضل استعمال بلاستيك يزيد سُمكه على ٨٠ ميكرونًا؛ لأنه يعكس قدرًا أكبر من الأشعة الشمسية؛ مما يؤدى إلى انخفاض كفاءته فى رفع حرارة التربة.

ويمكن استعمال بلاستيك شفاف يحتوى على مثبطات للأشعة فوق البنفسجية. تعمل على إبطاء تدهوره بفعل تلك الأشعة؛ الأمر الذى يسمح بإطالة فترة التعقيم. أو حفظه بعد التعقيم وإعادة استعماله. أو استمرار استعماله بعد التعقيم كغطاء بلاستيكى للتربة.

يؤدى استعمال طبقتين من شرائح البوليثيلين بينهما ٧,٥ سم أو أكثر من الهواء إلى زيادة كفاءة عملية تعقيم التربة بالتشميس، حيث يزداد ارتفاع حرارة التربة بنحو ٣-١٠ درجات مئوية (DeVay ١٩٩١أ).

إذا سادت الأمطار - وبالتالى كثرت السحب - خلال موسم ارتفاع درجة الحرارة فإن ذلك لا يتناسب مع عملية تعقيم التربة بالتشميس باستخدام البوليثيلين الشفاف. ولكن يفيد - فى تلك الحالات - استعمال بلاستيك حرارى ممتص للأشعة تحت الحمراء، حيث تكون حرارة التربة تحته أعلى مما تكون عليه تحت البلاستيك العادى (Martin ٢٠٠٣).

طريقة التغطية بالبلاستيك

يمكن إجراء التعقيم إما فى شرائط (لا يقل عرضها عن ٦٠-٩٠ سم) فوق مصاطب الزراعة، وإما بتغطية كل سطح التربة. تتميز طريقة الشرائط المعقمة بانخفاض تكلفتها، إلا أنه يترتب عليها تواجد مساحات غير معقمة بين الشرائط المعقمة تشكل مصدرًا لإعادة تلوث الجزء المعقم.

وعند تغطية كل الحقل بالبلاستيك يتعين الترديم جيدًا بالتربة حول حواف الشرائح البلاستيكية المتجاورة، أو لصقها معًا بشريط لاصق شفاف مقاوم للحرارة.

أهمية رطوبة التربة خلال فترة التعقيم

يجب أن تبقى التربة رطبة طوال فترة التعقيم؛ لأن الرطوبة تجعل الكائنات الدقيقة المرضة أكثر حساسية للحرارة، فضلاً عن كونها تزيد من سرعة التوصيل الحرارى. وتجعل ارتفاع الحرارة يمتد إلى عمق أكبر فى التربة. ويتحقق ذلك فى الأراضى الثقيلة؛ وذلك برى التربة رية غزيرة، ثم فرش البلاستيك فى أقرب وقت ممكن بعد ذلك. أما فى الأراضى الرملية التى تُروى بالتنقيط، فإن شبكة الرى يجب أن تبقى تحت البلاستيك مع الرى مرة واحدة أو مرتين أسبوعيًّا خلال فترة التعقيم؛ وذلك للمحافظة على مستوى مرتفع من الرطوبة بالتربة خلال التعقيم.

وعمومًا .. يجب أن تكون رطوبة التربة حتى عمق ٦٠ سم فى حدود ما لا يقل عن ٧٠٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية (DeVay ١٩٩١ب).

فترة التغطية المناسبة

كلما طالت فترة التغطية بالبلاستيك ازدادت كفاءة عملية التعقيم؛ حيث يزداد الارتفاع فى حرارة التربة ويكون لعمق أكبر. وغالبًا ما يكفى التعقيم لمدة ٤-٦ أسابيع خلال أشد المواسم حرارة، ولكن إطالة الفترة إلى ٨ أسابيع يكون أكثر فاعلية.

هذا .. وتستمر فاعلية عملية التعقيم بالإشعاع الشمسى — عادة — لموسمين زراعيين كاملين.

تأثير التعقيم بالإشعاع الشمسى على مسببات الأمراض والآفات التى تعيش فى التربة

إذا أجرى التعقيم بالإشعاع الشمسى – بصورة صحيحة – خلال شهور الصيف الحارة، فإن درجة الحرارة ترتفع تحت الغطاء البلاستيكى إلى ما بين ٦٠°م على عمق ٥سم و ٣٩°م عند عمق ٤٥سم.

ويكون هذا الارتفاع فى حرارة التربة سببًا رئيسيًا فى القضاء على عديد من مسببات الأمراض والآفات التى تعيش فى التربة. إما بصورةٍ مباشرةٍ، وإما بصورةٍ غير مباشرةٍ من خلال تأثير عملية التعقيم على بيولوجى التربة، كما سيأتى بيانه فيما بعد.

تتفاوت الكائنات الدقيقة فى تأثرها بالحرارة بسبب تباينها فى حساسية أغشيتها الخلوية وتباين محتواها من إنزيمات التنفس فى تأثرها بالحرارة العالية (DeVay ١٩٩١ب).

يلزم للتخلص من الكائنات الدقيقة المتوسطة التحمل للحرارة mesophylic organisms حوالى ٢–٤ أسابيع من التعرض لحرارة ٣٧°م، ولكن تلك الفترة تنخفض إلى ست ساعات عند ارتفاع الحرارة إلى ٤٧°م (DeVay ١٩٩١أ).

على الرغم من تباين الكائنات التى تعيش فى التربة فى الجرعات الحرارية (الحرارة والمدة) القاتلة لها. فإنه يكفى – عادة – دقائق قليلة من التعرض لحرارة تزيد عن ٤٥°م للوصول إلى ٩٠٪ قتل، أو ما يعرف بـ LD_{90} (Stapleton ١٩٩١– FAO Plant Production and Protection Paper 109 – الإنترنت).

أولاً: مسببات الأمراض

يؤدى تعقيم (بسترة) التربة بالإشعاع الشمسى إلى القضاء على عديدٍ من الفطريات التى تعيش فى التربة وتصيب مختلف المحاصيل الزراعية، مثل (عن Katan ١٩٨٠):

الفطر	المحاصيل	المرض
Verticillium dahliae	الطماطم – البطاطس – الباذنجان – الفراولة – القطن – الزيتون	ذبول فيرتسيليم

الفطر	المحاصيل	المرض
Fusarium oxysporum	الطماطم – القاوون – البصل – الفراولة – القطن	الذبول الفيوزارى
Pyrenochaeta terrestris	البصل	الجذر الوردى
Pyrenochaeta lycopersici	الطماطم	الجذر الفلينى
Sclerotium rolfsii	الفول السودانى	اللفحة الجنوبية
Rhizoctonia solani	البطاطس – البصل – الفاصوليا – القطن	عفن الجذور وتساقط البادرات
Thielaviopsis basicola	القطن	عفن البذور والجذور
Pythium ultimum	القطن	الذبول الطرى
Pythium myrothecium	الفول السودانى	عفن القرون
Plasmodiophora brassicae	الكرنب	الجذر الصولجانى
Didymella lycopersici	الطماطم	لفحة أسكوكيتا

ومن مسببات الأمراض الأخرى – التى كوفحت عن طريق تعقيم التربة بالإشعاع الشمسى – ما يلى:

١– الفطريات *Fusarium solani*، و *F. oxysporum*، و *Pythium* spp.، و *Rhizoctonia solani* فى الطماطم (الأسعد وأبو غريبة ١٩٨٦).

٢– الفطر *Sclerotium rolfsii* فى الفلفل (Stevens وآخرون ١٩٨٨أ) والطماطم (Ristaino وآخرون ١٩٩١).

٣– الفطر *Pyrenochaeta terrestris* المسبب لمرض الجذر الوردى فى البصل (Hartz وآخرون ١٩٨٩).

٤– الفطر *Penicillium pinophilum* الذى يحدث تقزمًا لنباتات الطماطم (Gamliel & Katan ١٩٩١).

٥– الفطريان *Phytophthora cactorum*، و *P. citricola* (Hartz وآخرون ١٩٩٣).

٦– الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* مسبب مرض الذبول الفيوزارى فى البطيخ (González-Torres وآخرون ١٩٩٣).

٧- الفطر *Plasmodiophora brassicae* مسبب مرض الجذر الصولجانى فى الصليبيات، وكان التعقيم بالإشعاع الشمسي أكثر كفاءة من استعمال الدازوميت dazomet فى مكافحة الفطر (Porter وآخرون ١٩٩١، و Rod ١٩٩٤).

٨- الفطر *Sclerotinia minor* مسبب مرض سقوط الخس lettuce drop. اعتمد التعقيم على وجود نفق بلاستيكى محكم الغلق؛ أدى إلى رفع حرارة الهواء داخل النفق إلى ٦٠°م وحرارة التربة إلى ٤٥°-٥٥°م، وقد انخفض معدل الإصابة بالمرض - عند زراعة الخس بعد انتهاء فترة التعقيم - بمقدار ٥٠٪-٦٧٪ (Fiume ١٩٩٤).

٩- الفطران *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*، و *Phytophthora parastica* var. *parasitica*، والبكتيريا *Ralstonia solanacearum* فى الطماطم. وقد كان النقص جوهريًّا فى كثافة الفطر الأول حتى عمق ٥ سم فقط. بينما كان النقص جوهريًّا فى كثافة الفطر الثانى وبكتيريا الذبول حتى عمق ٢٥سم، و ١٥سم على التوالى. وبالرغم من أن تبخير التربة بمخلوط من بروميد الميثايل، والكلوروبكرن بنسبة ٧٦ : ٣٣ حقق مكافحة جيدة للفطرين حتى عمق ٣٥ سم، إلا أن نتائج تبخير التربة كانت متباينة بالنسبة لمكافحة بكتيريا الذبول. ولكن تبخير التربة مع التعقيم بالإشعاع الشمسى أحدث مزيدًا من النقص فى كثافة *R. solanacearum* (Chellemi وآخرون ١٩٩٤أ).

وبالمقارنة .. وجد فى دراسة أخرى أن التعقيم بالإشعاع الشمسى لم يكن له أى تأثير على البكتيريا *R. solanacearum* المسببة لمرض الذبول البكتيرى فى الطماطم (Chellemi وآخرون ١٩٩٤ب).

١٠- أدت إضافة البكتيريا *Pseudomonas fluorescens* إلى التربة قبل تعريضها للتشميس solarization إلى تحقيق أكبر مكافحة لبكتيريا الذبول *R. solanacearum* مع أفضل نمو لنباتات الطماطم، حيث ازدادت كثافة تواجد البكتيريا *P. fluorescens* - بشدة - بعد معاملة التشميس، بينما انخفضت - بشدة - أعداد بكتيريا الذبول (Kumar & Sood ٢٠٠١).

١١- أعطت بسترة التربة بالتشميس لمدة شهرين مكافحة أفضل للذبول الفيوزارى فى زراعات البطيخ فى البيوت المحمية فى جنوب إسبانيا عن تبخير التربة بالميثام

صوديوم. وبينما لم يكن التشميس لمدة شهر واحد فعالاً، فإن التشميس لمدة شهر ونصف الشهر مقرونًا بجرعة منخفضة من التبخير أعطى نتائج جيدة فى مكافحة المرض (Jimenez-Diaz وآخرون ١٩٩١ – FAO Plant Production and Protection Paper 109 – الإنترنت).

١٢– أمكن مكافحة الفطر *Fusarium solani* مسبب مرض عفن الجذور الفيوزارى فى الفول الرومى بالتشميس فى شمال العراق (Sarhan ١٩٩١– FAO Production and Protection Paper 109 – الإنترنت).

١٣– أظهرت عملية بسترة التربة بالتشميس فى مصر كفاءة عالية فى مكافحة عديد من مسببات الأمراض والآفات دامت لمدة سنتين إلى ثلاث سنوات، وشملتا يلى:

أ– مسببات الأمراض:

Sclerotium cepivorum
Phytophthora parasitica
Pyrenochaeta lycopersici
Pythium spp.
Rhizoctonia solani

ب– معظم الحشائش فيما عدا السعد *Cyperus* spp.، والـ knotweed اللذان كانت مكافحتهما جزئية.

جـ– عديد من الأنواع النيماتودية (Satour وآخرون ١٩٩١ – FAO Production and Protection Bulletion 109 – الإنترنت).

١٤– أمكن مكافحة الفطر *Verticillium dahliae* – مسبب مرض ذبول فيرتسيليم – وكذلك مكافحة الحشائش بنسبة ٩٧٪ فى حقول الباذنجان عن طريق بسترة التربة بالتشميس (Tamietti & Valentino ٢٠٠١).

١٥– أفادت بسترة التربة بالإشعاع الشمسى فى خفض حيوية الأجسام الحجرية للفطر *Sclerotium cepivorum* جوهريًا بنسبة ٧٩٪. إلاّ أن معاملة التربة بالميكوريزا *Trichoderma harzianum* – بعد معاملتها بالتشميس – زادت نسبة المكافحة إلى ٩٨٪. وبينما أثرت بسترة التربة بالتشميس كثيرًا على أعداد فطر الميكوريزا فى التربة عندما عوملت به التربة قبل تشميسها، فإن أعداد البكتيريا *Bacillus subtilis* التى

أضيفت قبل التشميس انخفضت بفعل التشميس إلى ٧٥٪ مما كانت عليه، إلاّ أن التشميس ساعد على إحداث زيادة فى أعداد كل من فطر الميكوريزا و *B. subtilis* عندما عوملت بهما التربة بعد التشميس (Pereira وآخرون ١٩٩٦).

١٦- كما يستدل من دراسة أخرى أن بسترة التربة بالتشميس أدى إلى التخلص من ٧٥٪-٨٣٪ من الأجسام الحجرية للفطر *Sclerotium cepivorum* مسبب مرض العفن الأبيض فى البصل والثوم (Matrod وآخرون ١٩٩١ – FAO Production and Protection Paper 109 – الإنترنت).

١٧- أدت أى من عمليتى بسترة التربة بالإشعاع الشمسى أو معاملتها بالميكوريزا *Trichoderma* spp. إلى مكافحة الفطر *Phytophthora cactorum* مسبب مرض العفن الجلدى لثمار الفراولة بصورة جيدة، وبينما تفوق تشميس التربة على معاملتها بالميكوريزا فى هذا الشأن، فإن الجمع بين المعاملتين كان أفضل من أى منهما منفردة (Porras وآخرون ٢٠٠٧).

١٨- أدى الجمع ما بين بسترة التربة بالتشميس مع المعاملة بالـ arbuscular mycorrhizal fungi (فطريات الميكوريزا) إلى تحسين نمو البطاطس وزيادة محصولها وتقليل تعرض النباتات والدرنات للإصابات المرضية.

١٩- أمكن مكافحة الفطرين *Phytophthora nicotianae*، و *Rhizoctonia solani* فى مشاتل الطماطم بالتشميس مع استعمال شريحتين من البلاستيك بسمك ٥٠ ميكرونًا، ومع جعل العليا منهما على ارتفاع ٨٠ سم من سطح التربة. أدى التشميس بهذه الطريقة إلى رفع درجة الحرارة العظمى على عمق ٥ سم فى التربة إلى ٧٠-٧٣°م، وهى التى كانت أعلى من الحرارة فى معاملة الكنترول بمقدار ٢٠°م. كذلك حافظ استعمال الشرائح المزدوجة على حرارة تزيد عن ٦٠°م لمدة تزيد عن ٩ ساعات متصلة يوميًا. وقد أدى اتباع هذه الطريقة إلى تحقيق مكافحة كاملة للمسببين المرضيين مماثلة لتلك التى حُصل عليها باستعمال الميثام صوديوم metham-sodium، مقارنة بأكثر من ٩٠٪ إصابة بأى من الكائنين المرضين أو كليهما فى معاملة الكنترول. كذلك كان النمو النباتى أقوى فى حالة استعمال الشرائح المزدوجة – سواء أتمت العدوى بالفطرين أم لم تتم – عما فى حالة المعاملة بالميثام صوديوم أو الكنترول (Rodriguez Pérez وآخرون – العدد 698 من .Acta. Hort).

ثانيًا: النيماتودا

لا تتأثر الفطريات المتحملة للحرارة، والأكتينوميسيتات، والزيدوموناذز الفلورية fluorescent pseudomonads و الـ *Baclillus* spp. سوى قليلاً بالحرارة أثناء عملية الـ solarization، وسرعان ما تستعيد نشاطها لتستعمر التربة دون منافسين لها بعد انتهاء عملية التعقيم؛ الأمر الذى يفيد فى مكافحة النيماتودا (عن Giannakou وآخرين ٢٠٠٧).

يؤدى تعقيم التربة بالإشعاع الشمسى إلى تخفيض أعداد النيماتودا التى توجد فى التربة حتى عمق حوالى ٣٠ سم، أما فى الأعماق الأكثر من ذلك فإن الارتفاع فى درجة حرارة التربة لا يكون بالقدر الذى يمكن أن يؤثر فى النيماتودا؛ ولذا .. فإن التعقيم بالإشعاع الشمسى يكون أكثر فاعلية فى مكافحة النيماتودا بالنسبة للمحاصيل ذات الجذور السطحية.

وتبعًا لدراسات Chellemi وآخرين (١٩٩٤ب) فإن أعلى درجة حرارة أحدثها التعقيم بالإشعاع الشمسى (فى شمال ولاية فلوريدا الأمريكية) بلغت ٤٩.٥ْم على عمق ٥ سم، و ٤٦ْم على عمق ١٥ سم، و ٤٠.٥ْم على عمق ٢٥ سم. وكان ذلك مصاحبًا بانخفاض فى أعداد أنواع النيماتودا: *Paratrichodorus minor*، و *Rotylenchulus reniformis*، و *Circonemella* spp. على صنفين من الطماطم بعد ٨٥ يومًا من الشتل. وقد تساوت فاعلية التعقيم بالإشعاع الشمسى — فى هذا الشأن — مع فاعلية التعقيم بمخلوط من بروميد الميثايل والكلوروبكرن، بنسبة ٦٧ : ٣٣، وبمعدل ٤٤٨ كجم للهكتار (١٨٧ كجم/فدان).

كما وجد Stevens وآخرون (١٩٩٨ب، و ١٩٨٨جـ) أن التعقيم بالإشعاع الشمسى أحدث انخفاضًا فى أعداد نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* بلغ ٩٢٪ فى إحدى الدراسات.

وتبعًا لـ Gamliel & Stapleton (١٩٩٣) فإن الجمع بين التسميد بزرق الدواجن مع التعقيم بالإشعاع الشمسى يزيد — كثيرًا — من فاعلية التعقيم فى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور.

كذلك أوضحت دراسات Abdel-Rahim وآخرين (١٩٨٨) أن التعقيم بالإشعاع الشمسى أدى إلى مكافحة النيماتودا *R. reniformis* لمدة ٦٠ يومًا بعد الزراعة.

ويفيد التسميد العضوى — مثل استخدام سبلة الدواجن وسبلة الماشية — مع التشميس فى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور بصورة أفضل من معاملة التشميس فقط، علمًا بأن التسميد العضوى فقط لم يكن مؤثرًا فى مكافحة النيماتودا (Oka وآخرون ٢٠٠٧).

ثالثًا: النباتات الزهرية المتطفلة

وجد Jacobson وآخرون (١٩٨٠) أن تغطية التربة فى حقل موبوءٍ — بشدةٍ — بالهالوك المصرى *Orobanche aegyptiaca* لمدة ٣٦ يومًا قبل الزراعة خلال الموسم الحار فى أغسطس وسبتمبر أدت إلى مكافحة الهالوك بصورةٍ جيدةٍ؛ حيث نما محصول الجزر بصورة طبيعية فى الحقل المعامل، بينما تقزمت نباتات الجزر. وأصيبت — بشدةٍ — بالهالوك فى الحقل غير المعامل. وقد وُجِدَ أن الغطاء البلاستيكى — الذى كان من النوع الأسود — أدى إلى رفع حرارة التربة فى الخمسة سنتيمترات العلوية بمقدار ٨–١٢°م، أى حتى ٥٦°م.

رابعًا: الأكاروس والحشرات

يؤدى التعقيم بالإشعاع الشمسى إلى القضاء على الأكاروس (العنكبوت الأحمر) الذى يوجد فى التربة، بينما لا يؤثر — أو يُعرف أنه يؤثر — على أعداد الحشرات التى تجد فى التربة مأوى لها. ولكن التعقيم بالإشعاع الشمسى يُحدث — مع التبخير ببروميد الميثايل — خفضًا كبيرًا فى أعداد عدة مجموعات من الأكاروس والحشرات الدقيقة (Ghini وآخرون ١٩٩٣).

تأثير التعقيم بالإشعاع الشمسى على الحشائش

يقضى التعقيم بالإشعاع الشمسى على عديد من الحشائش الحولية والمعمرة. ويمكن تلخيص أهم النتائج التى حُصل عليها — فى هذا الشأن فيما يلى (عن Pullman وآخرين ١٩٨٤).

الاسم العربى	الاسم الإنجليزى	الاسم العلمى
أولاً: حشائش كُوفِحت بشكل جيد		
	Annual bluegrass	*Poa annua*
دنيبة	Barnyardgrass	*Echinochloa crus-galli*
عرق الليمون	Bermuda buttercup	*Oxalis pes-caprae*
عنب الديب	Black nightshade	*Solanum nigrum*
خبيزة	Cheeseweed	*Malya parviflora*
شُبيّط	Cocklbur	*Xanthium spinosum*
قزآزة	Common chickweed	*Stellatia media*
مُرّار	Common groundsel	*Senecio vulgaris*
الهالوك	Egyptian broomrape	*Orobanche aegyptiaca*
عُليق (من البذرة)	Field bindweed	*Convulvlus arvensis*
	Hairy nightshade	*Solanum sarachoides*
طاقية الغراب أو فم السمكة	Henbit	*Lamium amplexicaule*
الداتورة	Jimsonweed	*Datura stramonium*
ركبة الجمل أو فساء الكلب	Lambsquarters	*Chenopodium album*
	Miners lettuce	*Montia perfoliata*
لسان الطير	Nettleleaf goosefoot	*Chenopodium murale*
خس البقر	Prickly lettuce	*Lactuca serriola*
	Prickly sida	*Sida spinosa*
	Redmaids	*Calandrinia ciliate*
	Redrot pigweed	*Anagallis retroflexus*
	Scarlet pimpernel	*Angallis* sp.
كيس الراعى	Shepherdspurse	*Capsella bursa-pastoris*
	Velvetleaf	*Abutilon theophrasti*
	Woodsorrel	*Oxalis stricta*
ثانيًا: حشائش قلت أعدادها ولكنها لم تكافح بصورة كاملة		
نجيل	Goosegrass	*Eleusine indica*
دفيرة	Large crabgrass	*Digitaria sanguinalis*
حشيشة الحُب	Lovegrass	*Eragrostis* sp.

الاسم العربى	الاسم الإنجليزى	الاسم العلمى
الرجلة	Purslane	*Portulaca oleracea*
زُمَّير	Wild oat	*Avena fatua*
ثالثًا: حشائش كوفحت ولكنها نمت سريعًا مرة أخرى:		
النجيل	Bermudagrass	*Cynodon dactylon*
عليق (نمو قائم)	Field bindweed	*Convolvulus arvensis*
حشيشة جونسون	Johnsongrass	*Sorgum halepense*
حب العزيز – السعْد	Yellow nutsedge	*Cyperus esculentus*
رابعًا: حشائش كانت مقاومة لعملية التعقيم بالإشعاع الشمسى:		
حندقوق	White sweetclover	*Melilotus alba*

تأثير التعقيم بالإشعاع الشمسى على كل من مسببات الأمراض ونشاط وأعداد الكائنات الدقيقة التى تعيش فى التربة وعلاقة ذلك بالمحصول

إلى جانب تأثير التعقيم على مختلف مسببات الأمراض، والآفات، وبذور الحشائش التى توجد فى التربة، فإن له تأثيرات أخرى كبيرة على مجمل أنواع الكائنات الدقيقة الأخرى التى تعيش فى التربة، والتى يكون لنشاطها البيولوجى تأثيرات بالغة على النمو النباتى فيها. ونحاول – فى هذا الجزء – التعرف على تلك التغيرات، وكيفية حدوثها.

كان Katan (١٩٨٠) قد أوضح أن درجات الحرارة وصلت فى القطع التجريبية المغطاة بالبلاستيك إلى ٥٠ ْم على عمق ٥ سم، وإلى ٤٤ ْم على عمق ٢٠ سم، وأن تلك الحرارة كانت أعلى بمقدار ٨–١٢ ْم مما كانت عليه الحال فى القطع التجريبية غير المغطاة بالبلاستيك.

لكن تأثير التغطية بالبلاستيك لا يرجع فقط إلى الارتفاع فى درجة الحرارة، بل ربما يتضمن أيضًا نوعًا من المقاومة الحيوية؛ إذ إن الفطريات التى وضعت – تجريبيًّا – على عمق كبير فى التربة قد قُضى عليها أيضًا، برغم أن درجة الحرارة لم تكن شديدة الارتفاع على هذه الأعماق.

وربما تحدث المكافحة الحيوية أثناء — وبعد — التغطية بالبلاستيك عن طريق:

١- زيادة قدرة الكائنات المضادة للكائنات المسببة للأمراض على المنافسة تحت ظروف درجات الحرارة المرتفعة.

٢- حدوث تغيرٍ في التوازن بين الكائنات الدقيقة في التربة لصالح الكائنات غير المرضية المنافسة.

فمثلاً .. تزداد أعداد بعض الكائنات المفيدة؛ مثل *Trichoderma* spp. والأكيتنوميسيتات Actinomycetes (عن Pullman وآخرين ١٩٨٤).

كذلك وجدت زيادة معنوية في النمو الخضرى والجذرى، ومحصول البطاطا عند تعقيم التربة بالإشعاع الشمسى حتى في غياب مسببات الأمراض الرئيسية، وتبين ارتباط تلك الزيادة بأعداد الكائنات الدقيقة التى وجدت في الوسط المحيط بالجذور (الرايزوسفير Rhizosphere)؛ حيث لوحظت زيادة في أعداد البكتيريا من الجنس *Pseudomonas*، وبعض الفطريات في المحيط الجذرى للبطاطا في معاملة التعقيم (Stevens وآخرون ١٩٨٨ب، و ١٩٨٨ جـ).

وقد وجد Stevens وآخرون (١٩٩٠ د) أن معاملة التعقيم بالإشعاع الشمسى أدت إلى زيادة أعداد البكتيريا والفطريات المقاومة للحرارة في المحيط الجذرى لنباتات الكولارد النامية في الأرض المعاملة؛ مقارنة بالأرض غير المعاملة.

كما وجد Gamliel & Katan (١٩٩١) أن تعقيم التربة بالإشعاع الشمسى أنقص أعداد البكتيريا والفطريات في التربة حتى عمق ٩٠ سم، بينما كانت الأكتينوميسيتات actinomycetes أقل تأثرًا. كذلك انخفضت أعداد البكتريا والفطريات التى تتحمل الحرارة بالمعاملة.

وبالمقارنة .. فقد ازدادت أعداد الـ Pseudomonads الفلورية fluorescent إلى نحو ١٣٠ ضعفًا في محيط جذور النباتات في الأراضى المعقمة بالإشعاع الشمسى؛ بالرغم من حساسية هذه البكتيريا للحرارة.

وأنْقصَ التعقيم بالإشعاع الشمسى — بشدة — أعداد الفطريات الكلية في مُحيط النمو

الجذرى للنباتات، وخاصة فطر *Penicillium pinophilum* الذى يسبب تقزم النباتات. وفطر *Pythium* spp.

ومن بين الـ Pseudomonads الفلورية التى أمكن عزلها وجد أن *Pseudomonas putida*، و *P. fluorecens*، و *P. alcaligenes* تحفز نمو نباتات الطماطم.

كما وجد أن التعقيم بالإشعاع الشمسى أدى إلى زيادة معدلات عزل البكتيريا ذات النشاط المضاد للنمو الميكروبى من محيط الجذور.

كذلك قام Gamliel & Katan (١٩٩٢ب) بدراسة تأثير تعقيم التربة بالإشعاع الشمسى على إفرازات بذور وجذور الطماطم ودورها فى توطيد الـ Pseudomonads الفلورية فى التربة. وتبين أن تلك الإفرازات تحتوى – فى التربة المعقمة بالإشعاع الشمسى – على كميات أقل من السكريات وكميات أكبر من الأحماض الأمينية والمركبات الأمينية – التى كانت غير مناسبة لنمو الفطريات والبكتيريا فى البيئات الصناعية – مقارنة بإفرازات البذور وجذور النباتات النامية فى تربة غير معقمة بالإشعاع الشمسى. واستنتج الباحثان من دراستهما أن التعقيم بالإشعاع الشمسى يمكِّن تلك الـ Pseudomonads الفلورية من المنافسة على إفرازات البذور والجذور.

كما وجد الباحثان (Gamliel & Katan ١٩٩٢أ) أن النوعين البكتيريين *Pseudomonas putida*، و *P. flourescens*، أظهرا انجذابًا كيميائيًّا – فى أنبوبة شعرية – نحو إفرازات البذور المزروعة فى تربة معقمة بالإشعاع الشمسى – بدرجة أكبر من انجذابها نحو إفرازات البذور المزروعة فى تربة غير معقمة بهذه الطريقة. كذلك أظهرت هذه البكتيريا – فى حركتها – إنجذابًا نحو مخلوط من الأحماض الأمينية أو من الأحماض الأمينية مع السكريات. وقد أستُنْتج من ذلك أن تلك الخاصية للـ Pseudomonads الفلورية تسهم فى توطيدها فى التربة المحيطة بجذور النباتات فى الجذور المعقمة بالإشعاع الشمسى.

ويستدل من عديد من الدراسات أن عملية تشميس التربة لا يقتصر دورها على قتل المسببات المرضية بتأثير الحرارة العالية فقط؛ فلقد أمكن مكافحة الفطر *Verticillium dahliae* – على سبيل المثال – على أعماق ٧٠–١٢٠ سم، وهى أعماق لا ترتفع

حرارتها بالتشميس. كذلك تأثرت عشائر بعض المسببات المرضية سلبًا بالتشميس وحتى على أعماق كبيرة، مثل الفطر *Phytopthora cinnamomi* حتى عمق ٧٠ سم. كما تأثرت النيماتودا *Paratrichodorus porosus*، و *Paratylenchus hamatus* حتى عمق ٤٦ سم. *Paratylenchus vulnus* حتى عمق ٩١ سم.

كذلك تبين عديد من الدراسات أن تأثير عملية التشمس في مكافحة المسببات المرضية مثل الذبول الفيوزارى وذبول فيرتسيليم يدوم لمدة موسمين إلى ثلاث مواسم زراعية. حيث تصبح التربة مثبطة للأمراض.

وقد تبين أن الأرض المعقمة بالتشميس يزداد فيها كثيرًا عشائر عديد من الكائنات الدقيقة المنافسة للمسببات المرضية والمضادة لها، مثل:

Penicillium spp.

Trichoderma spp.

Bacillus spp.

Florescent *Pseudomonas* spp.

Aspergillus spp.

Talaromyces flavus

Glomus spp.

كذلك تنخفض في التربة المعاملة بالتشميس عشائر الفيوزاريم الممرض. بينما تزداد عشائر الفيوزاريم الرمّى (غير الممرض)؛ مما يزيد من المنافسة بينهما (Davis ١٩٩١ و DeVay ١٩٩١ب).

وقد أوضحت عديد من الدراسات أن عملية التعقيم بالإشعاع الشمسي تصاحبها — عادة — زيادة كبيرة في النمو النباتي والمحصول حتى في غياب مسببات الأمراض الهامة أصلاً — من التربة المعاملة. وتكون هذه الزيادة أكبر — بطبيعة الحال — عندما يقضى التعقيم بالإشعاع الشمسي على ما قد يكون موجودًا في التربة من مسببات الأمراض. أو الآفات الهامة (عن Pullman وآخرين ١٩٨٤).

ففي تكساس .. درس Hartz وآخرون (١٩٨٥) تأثير تعقيم التربة بالإشعاع الشمسي على محصولى الفلفل والقاوون (الكنتالوب) عند زراعتهما — بالتوالي — بعد التعقيم. كان التعقيم لمدة شهرٍ واحدٍ هو شهر يوليو. واستخدم بوليثلين شفاف بسمك ٤٠ ميكرونًا.

وبعد هذه الفترة أزيل الغطاء البلاستيكى من بعض القطع، ورُش بطلاء عاكس للضوء فى قطعٍ أخرى. وقد وجد أن التعقيم بالإشعاع الشمسى أدى إلى زيادة محصول الفلفل بمقدار ٢٠٪. وعندما ترك الغطاء البلاستيكى فى مكانه، مع طليه بطلاء عاكس للضوء ازداد محصول الفلفل بمقدار ٥٣٪، عما هو فى حالة عدم إجراء التعقيم بالإشعاع الشمسى. كما كان هناك تأثير متبق للتعقيم بالإشعاع الشمسى على محصول القاوون الذى زرع فى الربيع التالى. هذا ولم تكن فى التربة كائنات ممرضة معينة يمكن أن يقال إن الزيادة فى المحصول قد حدثت نتيجة القضاء عليها.

وفى الأردن .. قارن الأسعد وأبو غربية (١٩٨٦) تغطية التربة الرطبة بشرائح بلاستيكية شفافة بسمك ٤٠ ميكرونًا لمدة شهر واحد، أو شهرين، والتغطية ببلاستيك أسود بسمك ٤٥ ميكرونًا لمدة شهرين، مع التبخير ببروميد الميثايل بمعدل ٦٨ جم/م^{٢}. وبدون معاملة للمقارنة، وكانت النتائج كما يلى:

١- بلغت درجة الحرارة العظمى على أعماق ١٠، و ٢٠ سم حوالى ٥٠°م، و ٤٤°م تحت البلاستيك الشفاف، و ٤٢°م، و ٤٠°م تحت البلاستيك الأسود، مقارنة بنحو ٤٠°م، و ٣٨°م فى التربة غير المغطاة.

٢- ظهرت فاعلية عالية للتغطية - بالبلاستيك الشفاف لمدة شهرين - مساوية لمعاملة التبخير ببروميد الميثايل فى تخفيض أعداد كل من الفطريات *Fusarium oxysporum*، و *F. solani*، و *Pythium* spp.، و *Rhizoctonia solani*، وكذلك أعداد النيماتودا *Tylenchorhynchus* spp.، وبعض أنواع النيماتودا الحرة فى التربة. كما كانت التغطية - بالبلاستيك الشفاف لمدة شهر واحد، وبالبلاستيك الأسود لمدة شهرين - أقل فاعلية من التغطية بالبلاستيك الشفاف لمدة شهرين، ولكن دون فروق معنوية.

٣- أدت جميع معاملات التغطية بالبلاستيك والتبخير ببروميد الميثايل إلى زيادة النمو الخضرى وإنتاجية الطماطم، والباذنجان جوهريًا. ولم تظهر أية فروق معنوية بين نتائج التبخير ببروميد الميثايل وأى من معاملات التغطية بالبلاستيك لمدة شهرين. وبرغم أن التغطية بالبلاستيك الشفاف لمدة شهر واحد أعطت إنتاجية أقل من معاملات

التغطية الأخرى فى تجربة الطماطم، إلا أن هذا الاختلاف لم يظهر فى تجربة الباذنجان.

وفى ألاباما بالولايات المتحدة .. أدى تعقيم التربة بالإشعاع الشمسى لمدة ٩٨ يومًا إلى رفع حرارة التربة إلى ٤٩°م – على الأقل – لمدة ٤١ يومًا من فترة التعقيم، بارتفاع قدره ١٤°م عن درجة حرارة الأرض المكشوفة. وأدى ذلك إلى خفض إصابة الفلفل بالفطر *Sclerotium rolfsii* بنسبة ٩٥٪، مع التخلص التام من الأجسام الحجرية للفطر فى السنتيمترات العشرة العلوية من التربة (Stevens وآخرون ١٩٨٨أ).

وفى دراسة أخرى .. قورنت زراعة البطاطا صنف Georgia Jet فى أرض معقمة بالإشعاع الشمسى مع زراعتها فى أرض غير معقمة، وكانت النتائج كما يلى:

١- ازداد النمو الخضرى والجذرى، ومحصول البطاطا حتى فى غياب مسببات الأمراض الرئيسية.

٢- ارتبطت الزيادات فى النمو النباتى بأعداد الكائنات الدقيقة التى وجدت فى بيئة نمو الجذور (الـ Rhizosphere)؛ حيث لوحظت زيادة فى أعداد البكتيريا من الجنس *Pseudomonas*، وبعض الفطريات فى رايزوسفير البطاطا فى معاملة التعقيم.

٣- انخفضت أعداد نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* بنسبة ٩٢٪ عند التعقيم بالإشعاع الشمسى (Stevens وآخرون ١٩٨٨ب).

وفى دراسة مماثلة على الكرنب والبروكولى .. كان المحصول أسرع تبكيرًا بمقدار ثلاثة أسابيع وأعلى جوهريًا بنسبة ٢٥٠٪ عند تعقيم التربة بالإشعاع الشمسى؛ مقارنة بالمحصول فى التربة غير المعقمة. كذلك ازدادت أعداد الأكتينوميسيتات، وبعض الفطريات، والبكتيريا الفلورية التابعة للجنس *Pseudomonas* فى رايزوسفير هذه المحاصيل فى التربة المعقمة بالإشعاع مقارنة بما حدث فى التربة غير المعقمة. بينما انخفضت شدة الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور (Stevens وآخرون ١٩٨٨جـ).

وفى مصر .. وجد Abdel-Rahim وآخرون (١٩٨٨) أن تعقيم التربة بالإشعاع الشمسى فى أراضٍ تروى سطحيًا أدى إلى:

١- مكافحة الحشائش، والهالوك، ومرض الجذر الفلينى، ونيماتودا تعقد الجذور — بكفاءةٍ — فى حقول الطماطم.

٢- مكافحة النيماتودا *Rotylenchulus reniformis* لمدة ٦٠ يومًا بعد الزراعة.

٣- تحسين النمو وزيادة المحصول بنسبٍ تراوحت بين ٢٥٪ و ٤٣٢٪ فى الفول الرومى، والبصل، والطماطم، والبرسيم فى نوعيات مختلفة من الأراضى.

٤- دام تأثير المعاملة بالنسبة لكل من مكافحة الأمراض وزيادة المحصول لمدة موسمين، أو ثلاثة مواسم زراعية.

٥- حدث انخفاض فى درجة ملوحة التربة.

٦- كان للمعاملة — فى إحدى التجارب — تأثيرًا سيئًا على تكوين العقد الجذرية لبكتيريا تثبيت آزوت الهواء الجوى فى جذور الفول الرومى؛ حيث تقزمت النباتات، ولكنها استعادت نموها ثانية.

وفى دراسة أخرى أجريت فى مصر على الطماطم — قارن فيها El-Shami وآخرون (١٩٩٠أ، و ١٩٩٠ب) تأثير التعقيم بالإشعاع الشمسى بالتعقيم ببروميد الميثايل — وُجد ما يلى:

١- كان التعقيم بالإشعاع الشمسى أكثر كفاءة بدرجة كبيرة من التبخير ببروميد الميثايل فى مكافحة الفطر المسبب للذبول الفيوزارى؛ حيث أدت تغطية التربة — التى حقنت بالفطر — بشرائح البلاستيك الشفاف بسمك ٤٠ ميكرونًا لمدة ٤ أو ٧ أسابيع خلال فصل الصيف إلى خفض شدة الإصابة بالمرض إلى نفس مستواه فى التربة التى غطيت بالبلاستيك دون أن تحقن بالفطر.

٢- حُصل على تأثير مماثلٍ عندما كانت التغطية بالبلاستيك لمدة أسبوعين فقط خلال شهر سبتمبر.

٣- كذلك حُصل على نتائج ماثلة عندما استعمل البلاستيك الأصفر، ولكن البلاستيك الأسود كان أقل فاعلية.

٤- كما كان التعقيم بالإشعاع الشمسى أكثر كفاءة من التبخير ببروميد الميثايل فى زيادة النمو النباتى والمحصول، حتى فى غياب الفطر المسبب للذبول الفيوزارى؛ فقد ازداد المحصول بمقدار ٢,٥ إلى ٣ أضعاف فى الأرض المعقمة بالإشعاع الشمسى، مقارنة

بزيادته إلى الضعف فقط فى الأرض المعقمة ببروميد الميثايل. كذلك ازداد وزن النمو الخضرى والجذرى (الطازج والجاف) بمقدار ٣-٤ أضعاف فى الأرض التى عقمت بالإشعاع الشمسى، مقارنة بالوزن فى الأرض التى تركت دون تعقيم.

وقد أوضحت دراسات Hartz وآخرين (١٩٨٩) على البصل أن تعقيم الحقل بطريقة الإشعاع الشمسى لمدة ٦٢ يومًا أحدث زيادة جوهرية فى نسبة إنبات البذور والمحصول، بينما أحدث نقصًا فى الإصابة بمرض الجذر الوردى الذى يسببه الفطر *Pyrenochaeta terrestris*. وأدى تعقيم مراقد البذور الحقلية بهذه الطريقة إلى القضاء الكامل على إصابة شتلات البصل بهذا الفطر، ولكن لم تكن لمعاملة مراقد البذور أية تأثيرات على محصول البصل، أو قطر الأبصال، أو الإصابة بالجذر الوردى عند الحصاد عندما زرعت الشتلات فى حقلٍ ملوثٍ بالفطر المسبب للمرض.

كذلك تبين لدى مقارنة التعقيم بالإشعاع الشمسى — فى ألاباما — مع المعاملة بمبيد الحشائش داكثال Dacthal 75W فى حقول الكولارد ما يلى:

١- أحدثت معاملة التعقيم بالإشعاع الشمسى نقصًا قدره ٩١٪ من أعداد الحشائش. وكانت تلك المعاملة أكثر كفاءة من المعاملة بالداكثال فى مكافحة الحشائش.

٢- ازداد محصول الكولارد فى الأرض المعقمة بالإشعاع.

٣- ازدادت أعداد البكتيريا والفطريات المقاومة للحرارة فى المحيط الجذرى للنباتات النامية فى الأرض المعقمة بالإشعاع مقارنة بما حدث فى الأرض غير المعاملة (Stevens وآخرون ١٩٩٠).

وقد أوضحت دراسات Porter وآخرين (١٩٩١) أن الجمع فى تعقيم التربة بين استعمال الدازوميت (البازاميد) بمعدل ١٠٠ كجم للهكتار (٦٢ كجم للفدان) والتعريض للإشعاع الشمسى أعطى مكافحة للفطر المسبب للجذر الصولجانى (*Plasmodiophora brassicae*) أفضل من أى من المعاملتين منفردة. وقد أدى التعقيم المزدوج بالإشعاع الشمسى والدازوميت إلى خفض شدة الإصابة بالمرض فى القنبيط من ٢,٧ إلى ٠,٩ وإلى زيادة المحصول من ٢,٤ إلى ٤٧ طنًا للهكتار، ولكن كانت أفضل النتائج حينما جُمِعَ بين معاملة التعقيم بالإشعاع الشمسى والتبخير ببروميد الميثايل بمعدل ١٠٠ كجم

للهكتار. كذلك أدت معاملة التعقيم بالإشعاع الشمسى مع أى من معاملتى التبخير (ببروميد الميثايل أو بالدازوميت) إلى مكافحة الحشائش بصورة أفضل من أى من معاملات التعقيم منفردة.

وقد تمكن Ristaino وآخرون (١٩٩١) من مكافحة مرض اللفحة الجنوبية التى يسببها الفطر *Sclerotium rolfsii* للطماطم — وغيرها من محاصيل الخضر — بشكل جيد بتعقيم التربة بالإشعاع الشمسى لمدة ستة أسابيع خلال الموسم الحار مع معاملة التربة بالفطر المنافس *Gliocladium virens*. وكانت معاملة التعقيم بالإشعاع الشمسى قد رفعت حرارة التربة — فى موسمى هذه الدراسة — بنحو ٩-١٤°م.

ويستفاد من دراسات Gamliel & Stapleton (١٩٩٣) أن الجمع بين التسميد بزرق الدواجن مع التعقيم بالإشعاع الشمسى يزيد كثيرًا من فاعلية التعقيم فى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور. وأدت معاملة التعقيم بالإشعاع الشمسى منفردة إلى مكافحة الفطر *Pythium ultimum* وزيادة محصول الخس. كما أظهر فحص التربة المحيطة بالجذور وجود زيادة كبيرة فى أعداد البكتيريا من الـ Pseudomonads الفلورية (الـ fluorescent) ومن جنس *Bacillus*.

وقد وجد Hartz وآخرون (١٩٩٣) أن تعقيم التربة بالإشعاع الشمسى أحدث زيادة فى محصول الفراولة بلغت ١٢٪، ولكن الزيادة فى المحصول بلغت ٢٩٪ عندما اقترنت معاملة التعقيم بالإشعاع الشمسى بالتبخير بأى من الميثام صوديوم Metam-Sodium (الفابام) أو بروميد الميثايل. وأفادت معاملة التعقيم بالإشعاع الشمسى فى مكافحة الحشائش الحولية، وكل من الفطريات التالية:

Phytohthora cactorum — *P. citricola*

Verticillium dahliae

وقد قارن Gonzalez-Torres وآخرون (١٩٩٣) تأثير التعقيم بالإشعاع الشمسى لمدة شهر أو شهرين مع التبخير بالميثام صوديوم metam-sodium فى مكافحة الفطر المسبب لمرض الذبول الفيوزارى فى البطيخ، وتوصلوا إلى النتائج التالية:

١- أدت التغطية بالبلاستيك إلى رفع حرارة التربة بنحو ٥°م (إلى ٤٤-٤٨°م) على عمق ١٠ سم، وبنحو ٤-٥°م (إلى ٤٠-٤٢°م) على عمق ٢٠-٣٠ سم.

٢- أحدث التعقيم بأى من الطريقتين نقصًا فى أعداد الفطر فى الخمسة عشر سنتيمترًا السطحية من التربة.

٣- حدث ثبات نسبى فى أعداد الفطر خلال التسعة شهور التى أعقبت التعقيم بالإشعاع الشمسى لمدة شهرين؛ حيث استمرت منخفضة، ولكن أعداد الفطر تقلبت خلال نفس الفترة فى التربة التى عقمت بالإشعاع الشمسى لمدة شهر واحد، وارتفعت فى التربة التى عقمت بالتبخير.

٤- أدى التعقيم بالإشعاع الشمسى لمدة شهرين إلى مكافحة المرض بصورة كاملة وزيادة محصول البطيخ بمقدار خمسة أضعاف، بينما أدى التعقيم بالإشعاع الشمسى لمدة شهر واحد إلى إبطاء تقدم المرض - فقط - مع زيادة محصول البطيخ إلى أكثر من الضعف، فى الوقت الذى أدى فيه التبخير إلى وقف تطور المرض كثيرًا وزيادة المحصول بمقدار ثلاثة أمثال نباتات معاملة الشاهد التى زرعت فى تربة محقونة بالفطر (كما فى معاملات التعقيم) ولكنها لم تعقم.

ويستدل من دراسات Chellemi وآخرين (١٩٩٤أ) فى ولاية فلوريدا الأمريكية على أن التعقيم بالإشعاع الشمسى أدى إلى رفع حرارة التربة إلى ٤٩.٥°م، و ٤٦.٠°م، و ٤١.٥°م عند عمق ٥، ١٥، و ٢٥ سم على التوالى. مقارنة بحرارة ٤٣.٨°م، و ٣٨.٩°م، ٣٦.٥°م عند نفس الأعماق — على التوالى — فى التربة غير المغطاة بالبلاستيك. وقد كانت عملية التغطية بالبلاستيك مصاحبة بنقص معنوى فى كثافة الفطرين *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*، و *F. oxysporum* f. sp. *radicis- lycoperscici* حتى عمق ٥ سم، والبكتيريا *Ralstonia solanacearum* حتى عمق ١٥ سم، و الفطر *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* حتى عمق ٢٥ سم.

التأثيرات الأخرى الإيجابية والسلبية للتعقيم بالإشعاع الشمسى

التأثيرات الإيجابية

يؤدى التعقيم بالإشعاع الشمسى إلى تحقيق مزايا أخرى؛ نذكر منها ما يلى:

١- تزداد الكميات الميسرة لاستعمال النبات من بعض العناصر المغذية؛ مثل النيتروجين (فى صورتيه النتراتية والأمونيومية)، والكالسيوم، والمغنيسيوم (عن Pullman وآخرين ١٩٨٤).

٢- يحدث انخفاض فى ملوحة التربة (Abdel-Rahim وآخرون ١٩٨٨)؛ بسبب تعريض التربة لرطوبة عالية لفترة طويلة قبل الزراعة، مع انعدام التبخر السطحى الذى يؤدى إلى تزهر الأملاح.

التأثيرات السلبية

يكون للتعقيم بالإشعاع الشمسى تأثيرات سلبية مؤقتة، نذكر منها ما يلى:

١- تقلل المعاملةُ أحيانا من تكوين العقد الجذرية لبكتيريا تثبيت آزوت الهواء الجوى فى جذور البقوليات، كما حدث فى الفول الرومى؛ حيث تقزمت النباتات فى البداية، ولكنها استعادت نموها سريعًا بعد ذلك (Abdel-Rahim وآخرون ١٩٨٨). ويمكن التغلب على هذا التأثير السلبى بمعاملة بذور البقوليات ببكتيريا العقد الجذرية قبل الزراعة.

٢- تنخفض أعداد بعض كائنات التربة المفيدة — مثل فطريات الميكوريزا mycorrhizal fungi فى الطبقة السطحية من التربة، ولكن ليس إلى الدرجة التى تؤثر فى فعلها المفيد.

٣- تنخفض — جزئيًّا — أعداد بعض الكائنات الدقيقة المفيدة أثناء التعقيم؛ مثل بعض أنواع البكتيريا من جنسى *Bacillus*، و *Pseudomonas*، ولكنها تسترجع أعدادها الطبيعية سريعًا بعد ذلك (عن Pullman وآخرين ١٩٨٤)، وتتفوق على غيرها، وتزداد أعدادها بدرجة كبيرة (Gamliel & Stapleton ١٩٩٣).

اختيار الأصناف المقاومة للزراعة

إن الأصناف المقاومة للأمراض كثيرة للغاية، وتتوفر المقاومة للآفات فى عدد أقل من الأصناف. ومتى توفرت الصفات البستانية المرغوب فيها فى صنف مقاوم لأحد الأمراض أو الآفات الهامة لا يكون من الحكمة عدم الاعتماد عليه فى الزراعة.

ونقدم – فيما يلى – قائمة بمصادر المقاومة للآفات فى بعض محاصيل الخضر (عن Putman وآخرين ١٩٩٩).

أولاً: أمثلة لأصناف مقاومة لنيماتودا تعقد الجذور:

١– الفاصوليا

Bountiful
Brittle Wax
Tender Pod
Wingard Wonder

٢– الذرة سكرية

Carmel Cross
Golden Beauty Hybrid
Golden Cross Bantam
Span Cross

٣– اللوبيا

California Blackeye No. 5
Colossus
Erectset
Floricream
Magnolia Buckeye
Mississippi Purple
Mississippi Shipper
Mississippi Silver
Pinkeye Purplehull
Zipper Cream

٤– البسلة

Burpeana Early
Wando

٥– الفلفل

All Big
Bontoc Sweet Long

World Beater

٦- البطاطا

Apache
Carver
Heartogold
Hopi
Jasper
Jewel
Nemagold
Nugget
Ruby
Sunnyside
White Bunch
Whitestar
White Triumph

ثانيًا: بعض أصناف البطاطس المقاومة للجرب

Alama
Cascade
Cherokee
La Rouge
Lemhi
Nooksack
Norchip
Norgold Russet
Norland
Ona
Onaway
Ontario
Plymouth
Pungo
Russet Burbank

Shurchip
Sioux
Superior
Targhee

ثالثًا: بعض أصناف الكرنب المقاومة للذبول الفيوزارى:

Blueboy
Blue Vantage
Charleston Wakefield
Charmant
Early Jersey Wakefield
Excel
Genesis
Globe
Golden Acre
Harvester Queen
Hercules
Jersey Queen
King Cole
Marion Market
Market Prize
Resistant Detroit
Rio Verde
Rocket Sanibel
Solid Blue Brand
Stonehead
Sun Up
Supermarket
Superpack F_1
Wisconsin All Season
Wisconsin Golden Acre
Wisconsin Hollander

رابعًا: أمثلة لبعض الأصناف من الخضر الصليبية المقاومة للخنفساء المبرقشة hariequin bug:

١- البروكولى

Atlantic
Coastal
Grande

٢- الكرنب

Copenhagen
Early Jersey Wakefield
Headstart
Market 86
Savoy Perfection Drumhead
Stein's Flat Dutch

٣- القنبيط

Early Snowball A
Early Snowball X

٤- الكولارد

Green Glaze
Morris Improved Heading
Vates

٥- الكيل

Vale

٦- الفجل

Champion
Cherry Belle
Globemaster
Red Devil
Red Prince
White Icicle

ويبين جدول (٢-٣) مزيدًا من الأمثلة عن حالات المقاومة للحشرات فى محاصيل الخضر.

جدول (٢-٣): أمثلة لبعض أصناف الخضر التى أظهرت مقاومة ضد بعض الحشرات والآفات الزراعية (عن **Organic Vegetable IPM Guide, Mississippi State University Extension Service** – الإنترنت – ٢٠٠٧، و **Robinson** ٢٠٠٧).

محصول الخضر	الصنف	الآفة
البروكولى	De Cicco	الخنفساء البرغوثية المخططة
الكرنب	Early Globe	دودة الكرنب القياسية
	Red Acre	دودة الكرنب القياسية
	Round Dutch	دودة الكرنب القياسية
الكرنب الصينى	Michihli	الفراشة ذات الظهر الماسى
الكولارد	Georgia	الخنفساء البرغوثية المخططة
الذرة السكرية	Merit	دودة الكوز
	Golden Security	دودة الكوز
الخيار	Poinsett	خنفساء الخيار المبقعة
	Ashley	خنفساء الخيار المبقعة
الكيل	Vates	الفراشة ذات الظهر الماسى
المسترد	Florida broadleaf	الفراشة ذات الظهر الماسى – الخنفساء البرغوثية المخططة
الفجل	Cherry Belle	الفراشة ذات الظهر الماسى
	White Icicle	الخنفساء المبرقشة
الروتاباجا	American Purple Top	الفراشة ذات الظهر الماسى – الخنفساء البرغوثية المخططة
الكوسة	Early Prolific (SN)	خنفسا الخيار المخططة
	Straight Neck	خنفسا الخيار المخططة
	White Bush Scallop	خنفسا الخيار المخططة
	Zucchini	خنفسا الخيار المخططة
البطاطا	Centennial	خنفساء البطاطا البرغوثية
	Jewel	خنفساء البطاطا البرغوثية
اللفت	Seven Top	الفراشة ذات الظهر الماسى – الخنفساء البرغوثية المخططة
البطيخ	Crimson Sweet	خنفساء الخيار المبقعة
الفاصوليا	Wade	الخنفساء البرغوثية المخططة

وجدير بالذكر أن المقاومة لأخطر أمراض الطماطم — وهو فيرس الاصفرار والتجعد — تتوفر فى عشرات من الأصناف الهجين ذات الصفات البستانية الجيدة، ويتكرر الأمر ذاته مع المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور، ويجب — بل يتعين — الاعتماد على زراعة أى من تلك الأصناف فى المواسم التى تشتد فيها خطورتها.

قلب الأسمدة الخضراء والمخلفات النباتية فى التربة

إن تكاثر البكتيريا التى تتواجد طبيعياً فى التربة الزراعية وتزايد أعدادها يُسهم فى تثبيط الإصابات المرضية بها؛ الأمر الذى يحدث عند قلب مخلفات زراعية فيها، وليس أدل على ذلك من أن إضافة المضادات الحيوية البكتيرية إلى التربة يقلل أو يلغى تقريبًا عملية التثبيط المرضى التى تصاحب قلب المخلفات الزراعية فى التربة (Kasuya وآخرون ٢٠٠٦).

الأسمدة الخضراء

الأسمدة الخضراء green manure crops هى المحاصيل التى تزرع وتقلب فى التربة فى مرحلة مبكرة من نموها؛ لغرض زيادة نسبة المادة العضوية فى التربة. وأغلب المحاصيل التى تستعمل كأسمدة خضراء هى من النباتات البقولية، إلا أن بعضها من النباتات النجيلية وغيرها من الأنواع النباتية. وللتفاصيل الخاصة بالأسمدة الخضراء، ومزاياها، وكيفية استعمالها .. يراجع حسن (١٩٩٨).

ويتباين تأثير الأسمدة الخضراء على شدة الإصابة بمختلف الأمراض فى مختلف المحاصيل، وكمثال على ذلك، نجد أن الإصابة بمرض جرب البطاطس — الذى يسببه الفطر *Streptomyces scabies* — تزداد عند استعمال الشعير كسماد أخضر، وتنخفض عند استعمال فول الصويا، بينما لا يكون للبسلة — كسماد أخضر — أية تأثيرات على المرض. ويؤدى قلب الشعير كسماد أخضر فى حقول البطاطس إلى خفض معدلات الإصابة — قليلاً — بالرايزكتونيا.

وبالمقارنة نجد فى محصول كالقطن أن قلب محصول أخضر — مثل الفاصوليا، أو

المسترد — يؤدى إلى زيادة شدة الإصابة بالفطر المسبب لمرض الذبول (*F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum*)، بينما يؤدى قلب البسلة كسماد أخضر إلى خفض شدة الإصابة بالفطر *Phymatotrichum omnivorum* المسبب لعفن الجذور (عن Palti ١٩٨١).

نباتات الفصيلة الكرنبية (الصليبيات)

إن استعمال الصليبيات — مثل *Brassica carinata*، و *B. nigra*، و *B. juncea* — كسماد أخضر يُقلب فى التربة يفيد كثيرًا فى مكافحة الفطر *Fusarium oxysporum* مسبب مرض الذبول الفيوزارى، من خلال تأثير مركبات الأيزوثيوسيانات isothiocynates — التى تنتج من تحلل تلك النباتات — على تثبيط نمو الغزل الفطرى وإنبات كلاً من الجراثيم الكونيدية والكلاميدية للفطر. وقد تبين أن أكثر مركبات الأيزوثيوسيانات تأثيرًا كانت الـ propenyl والـ ethyl، كما كانت مركبات أخرى منها، مثل الـ benzyl، والـ phenethyl ذات تأثير سام على الفطر كذلك (Smolinska وآخرون ٢٠٠٣).

كما أدت حراثة مخلفات البروكولى فى التربة مع المعاملة بجرعة منخفضة من الميثام صوديوم metham-sodium إلى خفض مستوى تواجد الفطر *Verticillium dahliae* إلى نهاية موسم زراعة الخرشوف، مع انخفاض فى نسبة النباتات التى أصيبت بذبول فيرتسيليم (Berbegal وآخرون ٢٠٠٨).

كذلك أدت حراثة مخلفات البروكولى فى التربة إلى خفض معدلات إصابة القنبيط بذبول فيرتسيليم الذى يسببه الفطر *V. dahliae*، وذلك من خلال خفض المخلفات لأعداد الأجسام الحجرية microsclerotia للفطر (Subbarao & Hubbard وآخرون ١٩٩٦).

كما أدى قلب بعض أنواع الجنس *Brassica* فى التربة كسماد أخضر إلى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور، بتأثير الجليكوسينولات glucosinalets التى تنتجها تلك النباتات على خفض أعداد النيماتودا فى التربة؛ ومن ثم خفض ما تحدثه من أضرار بجذور النباتات المنزرعة (Monfort وآخرون ٢٠٠٧).

ومن بين الحالات الأخرى العديدة التى تبين فيها التأثير الإيجابى للتسميد الأخضر بالنباتات الصليبية، ما يلى:

- أمكن مكافحة الفطر *Aphanomyces euteiches* — مسبب مرض عفن جذور أفانوميسس فى البسلة (والتى لا تعرف وسيلة فعالة لمكافحته) .. أمكن مكافحته بقلب مخلفات المحاصيل الكرنبية فى التربة، وقد تبين أن تأثيرها كان مرده إلى المركب -2 propenyl isothiocynate الذى ينتج من تحلل الكرنبيات.

- أفادت مخلفات الكيل فى مكافحة الفطر *Thielaviopsis basicola* فى الفاصوليا.

- وأفادت مخلفات الكرنب فى مكافحة الفطر *Verticillium dahliae*.

- وفى القنبيط يكافح ذبول فيرتسيليم بكفاءة عالية باستعمال مخلفات البروكولى إلى درجة التوصية بإدخال البروكولى فى دورة القنبيط.

- أمكن الحد من إصابة الكنتالوب بالفطر *Didymella bryoniae* مسبب مرض لفحة الساق الصمغية باستعمال مخلفات الكرنب.

- أمكن الحد كثيرًا من عدد جراثيم الفطر *Fusarium oxysporum conglutinans* باستعمال مخلفات عديد من محاصيل الكرنبيات، وازدادت فاعلية المعاملة عندما جُمع بينها وبين التشميس.

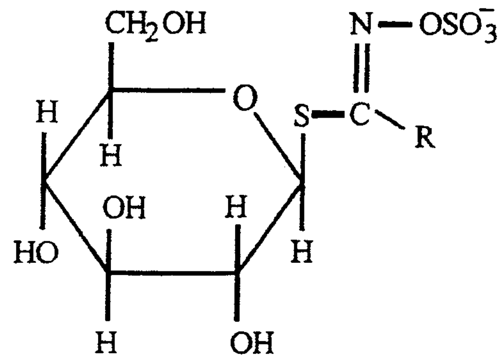
- كذلك خفضت مخلفات الصليبيات من أعداد البكتيريا *Rolstonia solanacearum* مسبب الذبول البكتيرى فى عدد من المحاصيل (Rosa & Rodrigues ١٩٩٩).

ولكن – وفى المقابل — لم يكن لقلب نباتات مزهرة من *Brassica napus*. أو *B. juncea* فى التربة تأثيرًا على مكافحة أى من الفطرين *Pythium* spp. (مسبب مرض الذبول الطرى)، أو *Fusarium oxysporum* (مسبب مرض الذبول الفيوزارى) فى البطيخ (Njoroge وآخرون ٢٠٠٨).

وبينما ثبَّطت المركبات المتطايرة المنطلقة من *Brassica rapa* نمو ستة فطريات من تلك التى تعيش فى التربة وتصيب الفراولة — وذلك عندما اختبر تأثيرها معمليًا —

فإن قلب النبات فى التربة لم يكن مؤثرًا على بقاء مسببات الفراولة المرضية، إلاّ أنها قللت من نمو الفطر *Phytophthora cactorum* بنسبة ٢٠٪ (Mattner وآخرون ٢٠٠٨).

أمكن تعريف نحو ١٠٠ نوع مختلف من الجلوكوسينولات (شكل ٢-٢)، وهى تختلف تركيبيًّا - أساسًا - فى مجموعة الـ R، التى قد تكون أليفاتية aliphatic، أو أروماتية aromatic، أو مختلطة المجموعة الحلقية heterocyclic.



شكل (٢-٢): التركيب الأساسى للجلوكوسينولات **glucosinolates**.

يؤدى تحلل الجلوكوسينولات بواسطة الإنزيم myrosinase إلى إطلاق أيونات الكبريتات والجلوكوز وعددًا من المركبات النشطة بيولوجيًّا، منها: الأيزوثيوسيانات isothiocynates والنيتريلات nitrils، والثيوسيانات thiocynates. وتتأثر نواتج التحلل بكل من مجموعة R والـ pH.

ومن بين نواتج تحلل الجلوكوسينولات تعد الأيزوثيوسيانات (جدول ٢-٤) هى الأقوى بيولوجيًّا، حيث تُعد مضادات حيوية قوية لكل من الفطريات والثدييات والحشرات، ويرجع تأثيرها القوى إلى تفاعلاتها بمجموعات الـ sulphydryl، وروابط الـ disulphide، ومجموعة الأمينو فى البروتينات والأحماض الأمينية؛ ومن ثم تكوينها لمركبات ثابتة (Rosa & Rodrigues ١٩٩٩).

جدول (٢-٤): الجلوكوسينولات **glucosinolates** والأيزوثيوسيانات التى أمكن عزلهـا مـن بعض المحاصيل الكرنبية (**Charron & Sams** ١٩٩٩).

المحصول	الجلوكوسينولات (بالميكرومول/جم)	الأيزوثيوسيانات
كرنب صينى	3-Indolylmethyl (1.43)	4-Pentenyl
	2-Hydroxy-3-butenyl (1.42)	
	5-Methylthiopentyl (1.33)	
	4-pentenyl (1.26)	
	4-Methoxyindolyl-3-methyl (1.03)	
	Phenylethyl (0.47)	
	3-Butenyl (0.40)	
	2-Hydroxy-2-phenylethyl (0.12)	
	3-Methylsuphinylpentyl (0.08)	
مسترد	Allyl (22.26)	Allyl
	3-Butenyl (2.15)	3-Butenyl
	3-Indolylmethyl (0.24)	Sec-butyl
	4-Methoxyindolyl-3-methyl (0.08)	
مسترد صينى	Allyl (19.52)	Allyl
	Phenylethyl (0.53)	3-butenyl
	3-Butenyl (0.48)	Sec-butyl
	3-Indolylmethy (0.34)	
	3-Methylthiopropyl (0.18)	
	4-Methoxyindolyl-3-methyl (0.13)	
كرنب	Allyl (5.14)	Allyl
	Indolylmethy (2.79)	
	4-Methoxyindolyl-3-methyl (0.27)	
	2-Hydroxy-3-butenyl (0.26)	
بروكولى	3-Indolylmethyl (1.39)	
	3-Butenyl (0.34)	
	4-Methoxyindolyl-3-methyl (0.29)	
	4-Methylthiobutyl (0.13)	
	2-Hydroxy-3-butenyl (0.12)	
	4-Methoxyindolyl-3-methyl (0.11)	
كيل	3-Indolylmethyl (3.63)	
	Allyl (3.08)	
	4-Methoxyindolyl-3-methyl (0.32)	
	4-Methoxyindolyl-3-methyl (0.11)	

يكثر تواجد الجلوكوسينولات فى عائلات رتبة Capparales، وهى:

Resedaceae	Tovariaceae
Moringaceae	Capparaceae
	Brassicaceae

كما توجد الجلوكوسينولات – كذلك – فى بعض الأنواع من عائلات من غير رتبة Capparales، مثل:

Euphorbiaceae	Caricaceae
Limnathaceae	Gyrotemonaceae
Tropaeolaceae	Salvadoraceae

وكما أسلفنا .. فإن التأثير السام لا يرجع إلى الجلوكوسينولات ذاتها، وإنما إلى نواتج تحللها الإنزيمى، وبخاصة النواتج التالية:

Organic cyanides	Isothiocynates
Ionic thiocynate	Oxazolidinethiones

ولقد استعرض Brown & Morra (١٩٩٧) ٧٨ نوعًا من الجلوكوسينولات. مع بيان بأسمائها العادية والكيميائية والأسماء العملية للنباتات المنتجة لها والأجزاء النباتية المتحصل منها عليها، كما أعطى بيانًا وافيًا بتأثير مختلف أنواع الأيزوسيانات الطبيعية على عديد من الكائنات الدقيقة.

وتعطى القائمة التالية بيانًا بالأيزوسيانات التى ثبت تأثيرها على عدد من المسببات المرضية وبعض الكائنات الدقيقة الأخرى (عن Rosa & Rodrigues ١٩٩٩):

المسبب المرضى أو الكائن الدقيق	الأيزوسيانات التى أثرت فيه
Staphylococus aureus	4-methyl sulfonylbutyl
Penicillium glaucum	4-methyl sulfonylbutyl
Aspergillus niger 11/13	2-phenylethyl- and 5- methylthiopentyl
Penicillium cyclopium 11/17	2-phenylethyl- and 5- methylthiopentyl
Rhizopus oryzae 5/1	2-phenylethyl- and 5- methylthiopentyl
Enterobacter cloacae	Benzyl-

المسبب المرضى أو الكائن الدقيق	الأيزوسيانات التى أثرت فيه
Candida albicans	Benzyl-
Escherichia coli	Benzyl-
Pseudomonas fluorescens	Benzyl-
Staphylococus albus	Benzyl-
Caenorhabditis elegans	Benzyl-
Peronospora parasitica	Allyl-
Aphanomyces euteiches	2-Phenylethyl-, Allyl- and Butyl-
Leptosphaeria maculans	Allyl- and But-3-enyl-
Pyrenopeziza brassicae	But-3-enyl-
Alternaria brassica	But-3-enyl-
Colletotrichum circinans	Allyl- and But-3-enyl-
Aspergillus alliaceus	Allyl- and But-3-enyl-
Aspergillus niger	Allyl- and But-3-enyl-
Gibberella saubinetii	Allyl- and But-3-enyl-
Botrytis cinerea	4-methyl-sufinylbu-3-enyl- and p-hydroxy-benzyl-
Monilinia laxa	4-methyl-sufinylbu-3-enyl- and p-hydroxy-benzyl-
Mucor piriformis	4-methyl-sulfinylbut-3-enyl-
Mycosphaerella brassicicola	Allyl-
Glomus mosseae	Allyl-

يمكن إضافة مخلفات الكرنبيات طازجة أو جافة. وإذا ما تم تجفيف المخلفات بحرص فإن تركيز المركبات النشطة بيولوجيًّا يمكن أن يزداد كثيرًا إذا استعملت المخلفات المجففة، كما أن تحللها يكون أسرع من تحلل المخلفات الطازجة.

ويتوقف مدى تيسر الأيزوثيوسيانات فى التربة على طبيعتها، إذ يمكن أن تتفاعل مجموعات الأمين amine، والـ sulphydryl بالأيزوسيانات مع كل من الطين والمادة العضوية، كما يمكن أن تتفاعل الألايل أيزوثيوسينات allyl isothyanate بروابط الـ disulphide؛ بما يعنى أن الأراضى الغنية بالطمى والمادة العضوية يمكن أن تقل استفادتها من إضافة مخلفات الكرنبيات إليها.

قد تؤدى المركبات المتطايرة الناتجة عن تحلل مخلفات الكرنبيات إلى الإضرار ببعض

المحاصيل التالية لإضافتها فى الدورة؛ فمثلاً حدث ذبول بنباتات الطماطم التى زرعت فى أرض قلبت فيها مخلفات الكرنب (Rosa & Rodrigues ١٩٩٩).

نباتات خضراء أخرى

أدت حراثة نباتات البيقة الزغبية hairy vetch (أو *Vicia villosa*) فى التربة إلى الحد من الإصابة بالذبول الفيوزارى فى البطيخ، وازداد هذا التأثير للبيقة بزيادة مستوى المقاومة للفيوزاريم فى أصناف البطيخ المستعملة فى الزراعة؛ حيث بلغ الحد من انتشار المرض فى الأراضى التى زوِّدت بالبيقة ٢٢٪، و ٥٣٪، و ٦٣٪ — مقارنة بما حدث فى الأراضى التى لم تزود بالبيقة — وذلك عندما كانت الأصناف المستعملة فى الزراعة قابلة للإصابة، ومتوسطة المقاومة، وعالية المقاومة، على التوالى. وبينما انخفض تأثير معاملة التربة بالبيقة بزيادة مستوى فطر الفيوزاريم المسبب للذبول بها، فقد بدا أن خفض حدة الإصابة المترتب على تلك المعاملة كان مرتبطاً بزيادة فى عشائر البكتيريا فى التربة (Zhou & Everts ٢٠٠٧).

كما أدت معاملة التربة بأى من نباتات المانجروف mangrove (وهى: *Avicenna marina*، و *Rhizophora mucronata*) إلى إحداث نقص معنوى فى إصابة بادرات الطماطم بنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* (Mehdi وآخرون ٢٠٠١).

المخلفات النباتية

تؤدى حراثة بعض المخلفات النباتية فى التربة إلى التأثير سلبيًّا على بعض مسببات الأمراض التى تعيش فى التربة؛ حيث تقل أعدادها؛ وبذا .. تسهل مكافحتها.

ومن أمثلة مسببات الأمراض التى أمكن مكافحتها بهذه الطريقة ما يلى (عن Palti ١٩٨١):

المرض	مسبب المرض	المخلفات النباتية التى أفادت فى مكافحته
ذبول البطاطس	*Verticillium albo-atrum*	قش الشعير
القشف الأسود فى البطاطس	*Rhizoctonia solani*	قش القمح

المرض	مسبب المرض	المخلفات النباتية التى أفادت فى مكافحته
عفن الجذور الأسود فى الفاصوليا	*Thielaviopsis basicola*	مخلفات الشوفان، والذرة، والبرسيم الحجازى
عفن أفانوميسس فى البسلة	*Aphanomyces euteiches*	مخلفات الصليبيات

ولكن يوجد — فى مقابل ذلك — مخلفات نباتية تؤدى حراثتها فى التربة إلى زيادة أعداد مسببات بعض الأمراض؛ مثل الحنطة السوداء التى تؤدى إلى زيادة إصابة البطاطس بالقشف الأسود الذى يسببه الفطر *R. solani*.

ويذكر Pandey & Dubey (١٩٩٤) أن إضافة أوراق نباتات *Hyptis suaveolens*، و *Murraya koenigii*، و *Ocimum canum* وخلطها بالتربة أفاد كثيرًا فى مكافحة فطرى الذبول الطرى *Pythium aphanidermatum*، و *P. debaryanum*. وقد رافق ذلك زيادة فى نشاط الكائنات المترممة فى التربة.

وأدى خلط تفل الزيتون (الكسب الناتج بعد استخلاص زيت الزيتون بالعصر) بالتربة إلى تثبيط الإصابة بالهالوك فى الطماطم والبسلة والفول (Ghoshen وآخرون ١٩٩٩).

إضافات الكومبوست

التأثيرات الإيجابية لإضافة الكومبوست

إن إضافة الكومبوست إلى التربة قد تزيد من أعداد الكائنات الدقيقة التى تعيش فى المحيط الجذرى، والتى تكون مضادة للكائنات المرضة التى تصيب النبات عن طريق الجذور، وقد وجد أن ذلك يرتبط إيجابيًّا بزيادة إنتاج الـ siderophore — بواسطة كائنات المحيط الجذرى — فى التربة (Alvarez وآخرون ١٩٩٥).

ولقد أمكن عمل ٤٩٣ عزلة (٢٤٥ من البكتيريا، و ٧٣ من الأكتينوميسيتات، و ١٧٥ من الفطريات) من عينات كمبوست فى درجات مختلفة من التحلل، وأظهرت الدراسة الأولية المختبرية أن ١٧٩ عزلة منها ثبطت نمو الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp.

melonis فى البيئة الصناعية، كما تبين أن راشح ١٠ عزلات فطرية منها — الخالى من الخلايا — كان مضادًا لفطر الفيوزاريم، وتبين — كذلك — أن التهوية الجيدة خلال عملية كمر الكومبوست كانت مناسبة لعزل الكائنات المضادة لفطر الفيوزاريم. وقد حُصل على أكثر العزلات فاعلية كمضادات للفيوزاريم من الكومبوست المكتمل التحلل، وكانت غالبيتها من الـ .*Aspergillus* spp (Suarez-Estrella وآخرون ٢٠٠٧).

وأفاد استعمال مختلف أنواع الكومبوست فى التسميد العضوى للطماطم فى تقليل إصابتها بالذبول الفيوزارى (Raj & Kapoor ١٩٩٧).

كذلك أدت إضافة الكومبوست إلى الأراضى الزراعية إلى تثبيط بعض الأمراض التى تظهر طبيعيًّا فى كل من الخيار والكوسة، ومنها: الذبول الطرى ولفحة بثيم، وتبقع الأوراق الزاوى فى الخيار، والبقع البنية، وأعفان الجذور، والأنثراكنوز فى الفاصوليا (Stone وآخرون ٢٠٠٣).

وتفيد إضافة الكومبوست فى المكافحة الحيوية للذبول الطرى الذى يسببه الفطر *Pythium ultimum* فى كل من الخيار والبسلة. وقد أدى تعقيم الكومبوست إلى فقد ذلك التأثير؛ بما يفيد أهمية محتوى الكومبوست من الكائنات الدقيقة فى هذا الشأن (Chen & Nelson ٢٠٠٨).

وبينما لم يكن لاستعمال أنواع مختلفة للكومبوست كإضافات للتربة سوى تأثير ضئيل على الحد من إصابة الكنتالوب بالفطر *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* والباذنجان بالفطر *Verticillium dahliae*، فإن إضافة بكتيريا المحيط الجذرى *Paenibacillus alvei* (السلالة K16S) للكومبوست أسهمت بشكل فعال فى الحد من شدة الإصابة بالمرضين (Markakis وآخرون ٢٠٠٨).

وأوضحت الدراسات أن معاملة التربة بأى من الميكوريزا *Trichoderma viride* أو بكومبوست مخلفات البصل أدت إلى خفض حيوية الأجسام الحجرية للفطر *Sclerotium cepivorum* مسبب مرض العفن الأبيض فى البصل، وإلى مكافحة المرض بصورة جيدة، كانت — فى حالة استعمال كومبوست مخلفات البصل — مساوية لدرجة مكافحة المرض

عندما استعمل المبيد tebuconazole (فى صورة Folicur). أما إضافة كومبوست مخلفات مزارع المشروم فلم يكن لها تأثير فى مكافحة المرض إلاّ عندما استعمل معه فطر الميكوريزا، حيث ساعد الكومبوست الفطر على التغلغل فى التربة، ومن ثم زيادة فاعليته فى مكافحة المرض (Coventry وآخرون ٢٠٠٦).

ويمكن القول أن الفائدة التى تحدثها إضافة الكومبوست إلى التربة فى مكافحة الأمراض تعود إلى أربعة أدوار يمكن أن تقوم بها الكائنات الدقيقة التى تتواجد بكثرة فى الكومبوست، وهى: المنافسة مع المسببات المرضية، والعمل كمضادات حيوية لها، والتطفل عليها، وحث تكوين مقاومة جهازية بالنباتات.

ولقد أظهرت دراسة تم فيها فصل جذور الخيار إلى مجموعتين — كل منها فى وعاء مستقل عن الأخرى — أن إضافة الكومبوست إلى بيئة نمو جذور إحدى المجموعتين أدى إلى الحد من إصابة جذور المجموعة الأخرى بعفن الجذور الذى يسببه الفطر *Pythium ultimum*، وهى الجذور التى كانت تتواجد فى بيئة ملوثة بالفطر الممرض (Lievens وآخرون ٢٠٠١).

وفى دراسة مماثلة .. أدت إضافة السلالة 382 من الميكودرما *Trichoderma hamatum* إلى كومبوست بيئة نمو إحدى مجموعتى جذور الخيار إلى تقليل إصابة المجموعة الأخرى بالفطر *Phytopthora capsici* مسبب مرض عفن الجذور والتاج الفيتوفثورى، وهى الجذور التى كانت تتواجد فى بيئة ملوثة بالفطر، وهذا التأثير لم يختلف جوهريًّا عن التأثير الذى أحدثته معاملة السقى بأى من المبيد benzothiadiazole أو mefenoxam (Khan وآخرون ٢٠٠٤).

مراحل كمر الكومبوست وما يمر به من تغيرات

تقسم عملية الكمر أثناء تكوين الكومبوست إلى ثلاث مراحل. تكون المرحلة الأولى خلال فترة الـ ٢٤ إلى الـ ٤٨ ساعة الأولى، وفيها ترتفع حرارة الخليط المتحلل تدريجيًّا إلى ٤٠–٥٠°م مع حدوث تحلل للسكريات والمركبات الأخرى السهلة التحلل بيولوجيًّا. أما فى المرحلة الثانية فإن الحرارة ترتفع إلى ٥٥–٧٠°م، وفيها تتحلل المركبات الأقل

سهولة فى التحلل البيولوجى مثل السيليلوز، وهى مرحلة تسود فيها الكائنات الدقيقة المحبة للحرارة thermophilic microorganisms، كما تُقتل أثناءها المسببات المرضية والبذور بفعل الحرارة العالية. ويتعين قلب كومات الكومبوست عدة مرات لتعريض كل أجزاء الكومة للحرارة العالية حتى يكون الكومبوست الناتج متجانسًا وخالٍ من المسببات المرضية وبذور الحشائش. ولسوء الحظ فإن معظم الكائنات الدقيقة المفيدة تموت هى الأخرى خلال تلك المرحلة من تكوين الكومبوست.

تبدأ المرحلة الثالثة والأخيرة — والتى تعرف بالمعالجة curing — مع تناقص تركيز المركبات السهلة التحلل بيولوجيًّا، حيث يتبع ذلك انخفاض فى معدل التحلل وإنتاج الحرارة، فتنخفض درجة الحرارة. وفى هذا الوقت تبدأ الكائنات الدقيقة التى يمكنها النمو على حرارة تقل عن ٤٠ْم فى استعمار خلطة الكومبوست من جديد بدءًا من الطبقة الخارجية الأقل حرارة ثم داخل الكومة، ويصاحب ذلك تثبيط للمسببات المرضية؛ ذلك لأن معظم الكائنات الدقيقة المفيدة فى المكافحة الحيوية تعاود استعمارها للكومبوست خلال تلك المرحلة كذلك (Hoitink وآخرون ١٩٩٧).

محتوى الكومبوست من الكائنات الدقيقة

من بين أهم الكائنات الدقيقة التى تفيد فى المكافحة الحيوية والتى وجدت فى الكومبوست ما يلى:

Entrobacter spp.	*Bacillus* spp.
Pseudomonas spp.	*Flavobacterium balustinum*
Gliocladium *virens*	*Streptomyces* spp.

وتعد رطوبة الكومبوست أكثر العوامل تأثيرًا فى استعمار البكتيريا له بعد انخفاض حرارته؛ ذلك لأن الكومبوست الجاف نسبيًّا الذى تنخفض رطوبته عن ٣٤٪ (وزنًا بوزن) يُستعمر بواسطة الفطريات، ويكون محفِّزًا لأمراض البثيم. وللحد من الإصابة بالبثيم يجب أن تكون رطوبة الكومبوست عالية بالقدر الكافى (٤٠٪–٥٠٪ وزنًا بوزن) حتى يُستعمر بواسطة البكتيريا — إلى جانب الفطريات — بعد بدء انخفاض حرارته.

ولذا .. يتعين إضافة الماء دائمًا خلال مراحل الكمر لتجنب جفاف الكومبوست. كذلك يقل استعمار البكتيريا للكومبوست إذا انخفض رقم الـ pH فيه عن ٥,٠.

وأحيانًا .. تُلاحظ إصابة بالرايزكتونيا وبأمراض أخرى بعد إضافة الكومبوست للتربة، ويمكن تجنب ذلك إما بإطالة فترة تحضير الكومبوست إلى أربعة شهور، وإما بإضافة الكومبوست إلى حقل الزراعة قبل الزراعة بعدة شهور، وإما بتلقيح الكومبوست بالكائنات المستخدمة فى المكافحة الحيوية للرايزكتونيا وغيره من المسببات المرضية التى قد تظهر (Hoitink وآخرون ١٩٩٧).

استعمال مستخلصات الكومبوست رشاً على النموات الخضرية

تستخدم مستخلصات الكومبوست فى رش النموات الخضرية النباتية لمكافحة بعض الأمراض.

وتحضر تلك المستخلصات — غالبًا — بنقع الكومبوست التام التجهيز mature compst فى الماء بنسبة ١:١ (وزنًا بوزن) لمدة ٧-١٠ أيام، وقد يضاف إليه مواد تزيد من الأعداد الميكروبية فيه مثل المولاس، ويلى ذلك ترشيح المستخلص المائى للكومبوست. وتتأثر كفاءة استعمال الكومبوست لهذا الغرض حسب الكومبوست ذاته، والمحصول، والأمراض المستهدفة بالمكافحة. هذا مع العلم بأن تلك المستخلصات تحتوى على عديد من الأنواع البكتيرية والفطرية المستخدمة بالفعل فى المكافحة الحيوية.

كذلك يُنسب للكائنات الميكروبية الدقيقة الموجودة فى مستخلصات الكومبوست قدرتها على حث تكوين مقاومة جهازية فى النباتات التى تعامل بها (Hoitink وآخرون ١٩٩٧).

يستعمل مستخلص الكومبوست رشًا فى مكافحة عديد من الأمراض، كما يستعمل سقيًا للتربة لأجل مكافحة الذبول الطرى الذى يسببه الفطر *Pythium ultimum* (Scheuerell & Manaffee ٢٠٠٤).

كما وُجِدَ أن رش النباتات بمستخلص مائى للأسمدة الحيوانية (روث الماشية أو

مخلوط من ورث الماشية وزرق الدواجن) المتحللة لمدة ١٠ أيام أدى إلى مكافحة الفطر *Botrytis cinerea* مسبب مرض العفن الرمادى فى كل من الخيار، والطماطم، والفلفل، والفطر *Leveillula taurica* مسبب مرض البياض الدقيقى فى الطماطم. كما أمكن عزل سلالتين بكتيريتين من مستخلص السماد كانتا على درجة عالية من الكفاءة فى مكافحة فطر العفن الرمادى (Elad & Shtienberg ١٩٩٤).

وقد أعطى تسميد الطماطم بال إى أم بوكاشى EM Bokashi — وهو سماد حيوى — مستوى من المقاومة ضد الفطر *Phytopthora parasitica* أعلى عما كان عليه الأمر عندما استعملت الأسمدة الكيميائية (Xu وآخرون ٢٠٠١).

ومن أمثلة حالات استخدام مستخلص الكومبوست فى مقاومة الأمراض، ما يلى:

- وُجِدَ أن المستخلص المائى لمخلوط السماد العضوى + القش المتخمرين يحتوى على أعداد كبيرة ومتنوعة من الأكتينوميسيتات، والبكتيريا، والفطريات، والخمائر. وكان المستخلص شديد الفاعلية فى مكافحة الفطر *B. cinerea* فى كل من الفاصوليا والخس. وقد أدى تعقيم المستخلص بالترشيح أو بالأوتوكليف إلى فقده لفاعليته (McQuilken وآخرون ١٩٩٤).

- أدى رش نباتات الخس بالمستخلص المائى لنقوع كومبوست السبلة مع القش إلى خفض شدة الإصابة بالفطر *Botrytis cinerea*. وبفحص هذا المستخلص تبين احتواءه على أعداد كبيرة وأنواع عديدة من كل من الأكتينوميسيتات (٠,٣–٢.٤ × ١٠° لكل مل)، والبكتيريا (١,٥–٥,٦ × ١٠'' لكل مل)، والفطريات الخيطية (٢٥–٤٥.٥ لكل مل)، والخمائر (٢٦,١–٦٢,٦ لكل مل) (McQuilken وآخرون ١٩٩٤).

- أمكن خفض معدل إصابة نباتات البامية بعفن كوانيفورا المائى choanephora wet rot بنسبة ٧٦٪ — مقارنة بالعفن فى نباتات الكنترول — عندما عوملت النباتات بمستخلص كومبوست قش الأرز المزود بالميكوريزا *Trichoderma harzianum* (Siddiqui وآخرون ٢٠٠٨).

● أمكن مكافحة الندوة المبكرة فى الطماطم (التى يُحدثها الفطر *Alternaria solani*) برش النباتات بمستخلص كومبوست أثناء تجهيزه وهو بعمر ١٤ يومًا (Tsror ١٩٩٩).

● أدى رش نباتات الطماطم بمستخلص مائى للكومبوست — وخاصة كومبوست سبلة الماشية إلى خفض شدة الإصابة ببقع الأوراق البكتيرية وتقليل أعداد البكتيريا *Xanthomonas vesicatoria* — المسببة للمرض — على الأوراق. حدث ذلك سواء استعمل فى المعاملة المستخلص المائى مباشرة، أم بعد تعقيمه فى الأوتوكليف أو بالترشيح، كما لم يختلف مستوى المكافحة للمرض الذى تحقق باستعمال مستخلص الكومبوست عن المستوى الذى تحقق بالمعاملة بالمركب المنشِّط acibenzolar-S-methyl (Al-Dahmani وآخرون ٢٠٠٣).

الزراعة فى مخاليط البيت موس

إن الاسفاجنم بيت الداكن اللون الأكثر تحللاً والمتحصل عليه من عمق ١,٢م أو أكثر من ذلك يكون غالبًا منخفضًا فى النشاط الميكروبى، كما أنه غالبًا ما يحفز الإصابة بأعفان بثيم وفيتوفثورا الجذرية. هذا بينما غالبًا ما يكون الاسفاجنم بيت موس الفاتح اللون الأقل تحللاً (والمتحصل عليه من قرب السطح فى الـ "peat bogs") ذا نشاط ميكروبى عال. ويتميز بالقدرة على تثبيط الإصابة بأعفان الجذور (عن Hoitink وآخرين ١٩٩٧).

إضافات الأسمدة الحيوانية

إن إضافة الأسمدة العضوية الحيوانية الكاملة التحلل — والخالية من مسببات الأمراض — إلى التربة تؤدى إلى تثبيط نشاط وتكاثر مختلف مسببات الأمراض التى تعيش فى التربة؛ ويرجع ذلك إلى التحول المفاجئ الذى يحدث فى أعداد ونوعيات مختلف الكائنات الدقيقة فى التربة لدى إضافة السماد العضوى الحيوانى إليها؛ ذلك لأن هذه الأسمدة تحتوى على أعداد هائلة من هذه الكائنات، فضلاً عما توفره من طاقة لنمو وتكاثر هذه الكائنات والكائنات المماثلة الموجودة أصلاً فى التربة. ويكون لنشاط هذه الكائنات الدقيقة — وما تفرزه خلال نشاطها من مضادات حيوية — تأثيرات سلبية كبيرة على نشاط مسببات الأمراض فى التربة.

تتوفر أدلة عديدة على أن التسميد العضوى الجيد يمكن أن يؤدى إلى مقاومة عديد من المسببات المرضية، منها:

Fusarium spp.	*Aphanomyces* spp.
Phymatotrichum omnivorum	*Macrophomina phaseolina*
Pyrenochaeta lycopersici	*Phytophthora* spp.
Sclerotinia spp.	*Rhizoctonia solani*
Streptomyces spp.	*Sclerotium* spp.
Verticillium spp.	*Thielaviopsis basicola*

يمكن أن يكون هذا التسميد العضوى فى صورة سبلة ماشية أو كومبوست أو سماد أخضر أو مخلفات نباتية وجميعها تنشط التربة حيويًا؛ بما يُسهم فى منافسة الكائنات المرضة أو مضادتها حيويًا.

وفى بعض الأحيان يُنشِّط السماد العضوى إنبات التراكيب الساكنة مثل الأجسام الحجرية sclerotia والجراثيم الكلاميدية chlamydospores والجراثيم البيضية oospores، ولكنها لا يمكنها منافسة النشاط الميكروبى الرمِّى. كما قد لا يتوفر لها العائل المناسب فتموت. وفضلاً عن ذلك فإن النشاط الحيوى القوى الذى يوفره السماد العضوى يمكن أن يمنع إنبات الجراثيم أو يؤدى إلى تحللها وموتها المباشر، ويُسهم فى هذا الأمر كلا من *Pseudomonas* spp.، و *Streptomyces* spp.، والبروتوزوا protozoa (Whipps ١٩٩٧).

كما تُنشط الأسمدة العضويةُ نُموَّ الكائنات المترممة فى التربة، التى تثبط — بدورها — نمو الكائنات المرضة للنباتات. وعلى سبيل المثال .. وجد Asirifi وآخرون (١٩٩٤) أن تسميد حقول الخس بأى من سماد الماشية أو زرق الدواجن (سماد الكتكوت) ثبط نمو الفطر *Sclerotinia sclerotiorum* مسبب مرض عفن اسكليروتنيا الطرى.

أدى استعمال سبلة الدواجن فى تسميد الكرنب — عند الشتل — بمعدل ٣٠٠ جم للنبات إلى إحداث نقص جوهرى فى الإصابة بمرض تتألل الجذور (الذى يسببه الفطر *Plasmodiophora brassicae*) عندما فحصت الجذور بعد ١٢٠ يومًا من الشتل. حيث

أن شدة دليل الإصابة انخفض من ٩٥ فى نباتات الكنترول إلى [illegible] فى النباتات المعاملة (Velandia وآخرون ١٩٩٨).

كما وجد Gamliel & Stapleton (١٩٩٣) أن إضافة زرق الدواجن (سماد كتكوت) مع التعقيم بالإشعاع الشمسى كان أفضل من معاملة الإشعاع الشمسى – منفردة – فى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور فى الخس.

التجهيز الجيد لحقل الزراعة

تؤدى الحراثة الجيدة وقلب المخلفات النباتية فى التربة إلى سرعة التخلص من مصدر الغذاء الذى يمكن أن يعتمد عليه المسبب المرضى فى غياب العائل. كما يعرضه للمنافسة القوية من كائنات التربة الأخرى.

كذلك يفيد تمزيق ودفن بقايا النباتات فى التربة فى زيادة فاعلية الدورة الزراعية وسرعة التخلص من المسببات المرضية التى قد توجد فيها كذلك يساعد دفن البقايا النباتية فى تقليل فرصة وصول المسببات المرضية إلى المحاصيل التالية فى الدورة أما تمزيق البقايا النباتية فإنه يساعد فى سرعة تحلل كلا من المادة العضوية والمسببات المرضية المتواجدة فيها. فمثلاً .. يمكن للبكتيريا المسببة للعفن الأسود فى الصليبيات أن تعيش على البقايا النباتية – غير المقطعة – فى التربة لمدة عام. ولكن تمزيق تلك البقايا يقلل مدة بقاءها إلى أقل من شهرين (عن Isakeit & Philley ٢٠٠٧).

هذا .. وتشتد الإصابة بعفن الجذور الفيوزارى الذى يسببه الفطر *Fusarium solani* – عادة – فى الأراضى المندمجة compact، ولذا .. فإن التجهيز الجيد لحقل الزراعة وتفكيك التربة يفيد فى تجنب الإصابة الشديدة بهذا المرض. وكمثال على ذلك فإن تقليل انضغاط التربة بالحراثة الجيدة يعمل على خفض إصابة الفاصوليا بعفن الجذور الفيوزارى الذى يسببه الفطر *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* (Harveson وآخرون ٢٠٠٥). وبينما يؤدى تفكيك التربة إلى سهولة النمو الجذرى فيها، فإن المجموع الجذرى الضعيف لا يمكنه النمو فى الأراضى المندمجة. وفى المقابل .. وجد أن سلالات البسلة ذات المجموع الجذرى القوى تميزت بالقدرة

الأكبر على النمو فى تلك الأراضى وفى وجود الفطر *F. solani* (Kraft & Boge ٢٠٠١).

زراعة المحاصيل الشراكية والصائدة والحاجزة

المحاصيل الشراكية والصائدة

تعرف المحاصيل الشراكية باسم Decoy Crops، وهى ليست من عوائل مسببات الأمراض التى تستعمل فى مكافحتها، ولكنها تزرع بهدف تنشيط إنبات ونمو الأطوار الساكنة من مسببات الأمراض التى تعيش فى التربة — فى غياب عوائلها المناسبة — الأمر الذى يؤدى إلى سرعة موتها والتخلص منها.

أما المحاصيل الصائدة Trap Crops فهى نباتات شديدة القابلية للإصابة بالآفات أو مسببات الأمراض التى تُستخدم تلك النباتات فى مكافحتها. ويستفاد من هذه النباتات فى المكافحة بزراعتها ثم قلبها فى التربة — أو حصادها — بعد إصابتها، ولكن قبل أن تتكاثر عليها المسببات المرضية وتكمل دورة حياتها؛ حيث يؤدى ذلك إلى خفض تواجد تلك المسببات المرضية فى التربة.

ومن أمثلة النباتات الصائدة ومسببات الأمراض التى تستخدم تلك النباتات فى مكافحتها، ما يلى (عن Palti ١٩٨١).

المرض والمسبب المرضى والعائل	النباتات التى أفادت فى التخلص منه
تثألل جنور الصليبيات *Plasmodiophora brassicae*	الزوان، و *Papaver rthoeas*، *Reseda odorata* الداتورة
الجرب المسحوقى فى البطاطس *Spongopora subterranea*	
الهالوك *Orobanche* spp.	دوار الشمس، والقرطم، والكتان، والبرسيم الحجازى، والحمص
العدار *Striga asiatica*	حشيشة السودان
نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp.	*Tagetes patula*، و *Sesamum orientale*، والخروع، والأقحوان (الكريزانثيمم)، والفول السودانى

المرض والمسبب المرضى والعائل	النباتات التى أفادت فى التخلص منه
نيماتودا تقرح الجذور *Pratylenchus penetrans*	*Tagetes patula*
النيماتودا *Trichodorus* spp.	الأسبرجس

ومن الممكن حماية الحقل من الحشرات الناقلة للفيروسات بزراعة العوائل التى تفضلها الحشرة بين خطوط الزراعة. فمثلاً .. وجد Al-Musa (١٩٨٢) فى الأردن أن زراعة الخيار أو الباذنجان أو الذرة بين خطوط الطماطم – قبل الشتل بشهر – أدت إلى خفض معدل الإصابة بفيرس تجعد واصفرار الأوراق فى الطماطم؛ لأن الحشرة فضلت هذه العوائل على الطماطم. وقد كان الخيار أكثرها جاذبية للحشرة. كما أوصى Yassin (١٩٨٣) باتباع هذه الطريقة فى مكافحة نفس المرض فى السودان.

وتزداد فاعلية هذه الطريقة عند رش النباتات الصائدة بالمبيدات الجهازية التى تعمل على قتل الحشرات التى تحط عليها أولا بأول.

ومن الأمثلة الأخرى لحالات النباتات الصائدة لمسببات الأمراض، ما يلى:

١– زراعة أصناف بطاطس متوسطة المقاومة للنيماتودا الذهبية *Globodera pallida* فى المواسم الباردة، وحصادها قبل حلول الجو الدافئ.

٢– زراعة الصليبيات ثم قلبها فى التربة قبل اكتمال تطور النيماتودا المكونة للحوصلات فيها.

يتطلب اللجوء إلى المحاصيل الصائدة فى مكافحة الحشرات الإلمام بكثير من الحقائق، كما يلى:

١– طريقة تغذية الآفة ووضعها لبيضها؛ علمًا بأن المحصول الصائد يجب أن يكون أكثر جاذبية للآفة – بكثير – كمصدر للغذاء وكموقع لوضع البيض عن المحصول المزروع.

٢– نظام تحرك الآفة فى الحقل؛ ففى معظم الأحيان يُركَّز فى زراعة المحاصيل الصائدة على جذب الآفة وتقييد حركة طورها المكتمل النمو، فلا تتحرك نحو المحصول الرئيسى. ولكن إذا ما كانت الأفراد الكاملة النمو لها قدرة عالية على الطيران، ولم يكن المحصول الصائد جاذبًا لها بالقدر الكافى، فإن الآفة قد لا تُقيَّد بواسطة المحصول الصائد.

٣- توزيع زراعة المحصول الصائد؛ فهل يزرع حول حقل المحصول الرئيسي، أم في مساحات متناثرة فيه؟. يتوقف الأمر على نظام حركة الآفة، ولا توجد قاعدة لنظام زراعة المحصول الصائد يمكن أن تغطى كل الحالات، كذلك فإن الأمر يتوقف على ما إذا كان الحقل الإنتاجى شريطيًّا أم مربعًا.

٤- نسبة مساحة المحصول الصائد من المساحة المحصولية الإجمالية؛ فإن تلك النسبة يجب أن تكون الأفضل من الوجهتين الاقتصادية والعملية لأجل تحقيق الهدف المنشود.

٥- مصير الآفة التى تحط على المحصول الصائد؛ فما لم تموت الأطوار الصغيرة على المحصول الصائد قبل وصولها إلى طور اكتمال النمو، فإن حركتها إلى المحصول الرئيسى تُصبح أمرًا مؤكدًا. ولذا .. يتعين فحص المحصول الصائد بصورة دورية. هذا .. مع العلم بأن بعض النباتات الصائدة يمكن أن تكون جاذبة لوضع البيض عن المحصول الرئيسى، ولكنها لا تسمح بنمو اليرقات عليها؛ مما يؤدى إلى موتها، وذلك كما فى حالة الجرجير الأصفر yellow rocket الذى يجذب إليه الفراشة ذات الظهر الماسى لوضع بيضها بنحو ٢٤-٦٦ ضعف جذب الكرنب لها، لكن يرقات الحشرة لا يمكنها النمو على الجرجير الأصفر (Resource Guide for Organic Insect and Disease Management – الإنترنت – ٢٠٠٦).

المحاصيل الحاجزة أو العائقة

تفيد زراعة المحاصيل الحاجزة أو العائقة Barrier Crops فى منع انتقال الإصابات الفيروسية بواسطة المنّ، وذلك بإحاطة الحقل بحزام من محصول آخر، مع مكافحة الحشرة فى هذا الحزام؛ فمثلاً .. أمكن حماية نباتات الفلفل، والكرفس، والطماطم من حشرة المنّ الحاملة لفيرس Y البطاطس Potato Virus Y بإحاطتها بحزام عرضه ١٥م من عباد الشمس. وقد أدى رش هذا الحزام بالملاثيون إلى زيادة كفاءته فى عدم وصول الفيرس إلى النباتات فى الحقل.

كما يمكن خفض حدة الإصابة بفيرس تبقع الباباظ الحلقى الذى يصيب القرعيات

بزراعة حزام من الذرة حول حقل القرعيات؛ حيث تحط حشرة المنّ المهاجرة إلى الحقل – من الحقول المجاورة – على نباتات الذرة الأكثر طولاً والأكثر جاذبية للحشرة إذا قورنت بالقرعيات؛ حيث تسبر الذرة بأجزاء فمها الثاقبة الماصة عدة مرات – تفقد خلالها ما قد تحمله من جزيئات هذا الفيرس – قبل أن تنتقل إلى نباتات القرعيات.

وقد أدت زراعة حزام من البطاطس أو فول الصويا أو الذرة الرفيعة أو القمح حول حقول إنتاج تقاوى البطاطس إلى خفض نسبة الإصابة بفيرس واى البطاطس بصورة جوهرية – أيًّا كان الحزام المزروع – وذلك مقارنة بترك مساحة الحزام كأرض محروثة. هذا .. إلا أن الحماية التى وفرها الحزام من الإصابة بالفيرس كانت أكبر ما يكون فى الخطوط الخارجية المجاورة للحزام، وأقل ما يكون فى الخطوط التى توجد فى مركز المساحة؛ بما يعنى أن زراعة الأحزمة الواقية حول حقول إنتاج تقاوى البطاطس يفيد إنتاج التقاوى الإليت عندما تكون الحقول بمساحة تقل عن ٠,٢ هكتار، أى حوالى نصف فدان (Difonzo وآخرون ١٩٩٦).

كذلك أدت زراعة محاصيل حاجزة حول حقل لإنتاج الفلفل إلى وقايته من الإصابة بالفيروسات غير المتبقية التى ينقلها المنّ، وهى: فيرس واى البطاطس، وفيرس موزايك الخيار. خَدَمَ حزام المحاصيل الحاجزة كمتلقٍ للفيروسات القادمة إلى الحقل من خارجه، وإن لم تؤثر فى وصول المنّ – بعد تجريده من تلك الفيروسات – إلى الفلفل. وقد بدا واضحًا أن كفاءة أحزمة المحاصيل الحاجزة تتوقف على الفيرس ذاته وخصائص نقله الحشرى، وارتفاع المحصول الحاجز وقت شدة تعرض الحقل الإنتاجى للمنّ المهاجر. هذا .. ويجب ألا يعمل المحصول الحاجز كمأوى لأى حشرة أو مسبب مرضى يمكن أن يشكل خطورة على المحصول المزروع (Fereres ٢٠٠٠).

الزراعة المختلطة لمحصولين – معًا – فى الحقل الواحد

تفيد الزراعة المختلطة mixed cropping لمحصولين – معًا – فى الحقل الواحد إلى الحد من إصابة أحد المحصولين بآفة ما. ومن أمثلة ذلك ما يتبع فى اليابان حيث يزرع اليقطين bottle gourd (وهو *Lagenaria siceraria*) مع بصل ويلز *Allium fistulosum*.

وفى هذه الحقول نـادرًا مـا يشـكل الـذبول الفيـوزارى (الـذى يسـببه الفطـر *Fusarium oxysporum* f. sp. *lagenariae*) أى مشكلة. وقد أُرجع ذلك إلى بكتيريـا — ربمـا كانـت *Pseudomonas* spp. تسـتعمر جـذور بصـل ويلـز وتفـرز مضـادات فطريـة مثـل الـ pyrrolnitrin الذى ينتشر فى المحـيط الجـذرى للـيقطين حيـث يثـبط المسـبب المرضـى (Whipps ١٩٩٧).

معاملات البذور

مكافحة أعفـان البـذور ومرض تسـاقط البـادرات بمعاملـة نقـع البـذور قبل الزراعة

تعرف معاملة نقع البذور فى محاليل ذات ضغط إسموزى عـالٍ قبـل زراعتهـا باسـم معاملة الـ Seed Priming. وقد تستعمل فى هذه المعاملة محاليـل لمركبـات عضـوية مثـل محاليـل البـوليثيلين جليكـول Polyethlene glycol، أو لأمـلاح معدنيـة، مثـل نـترات البوتاسيوم. وهى تجرى — أساسًا — بهدف إسراع إنبات البذور وتحسين نسـبة إنباتهـا (يراجع لذلك حسن ١٩٩٨)؛ الأمر الذى يفيد — كـذلكْ — فـى تقليـل الإصـابة بأعفـان البذور وبمرض تساقط البادرات.

كما يمكن تحقيق استفادة أكبر مـن الـ Seed Priming — فـى هـذا الشـأن — بتغليـف البذور عقب معاملة الـ Priming بالبكتيريـا *Pseudomonas fluorescens*؛ وهـى بكتيريـا تفيد فى المكافحة الحيويـة للفطـر *Pythium ultimun*؛ وهـو أحـد أهـم الفطريـات المسـببة للذبول الطرى. كما يمكن تحقيق نفس الهدف بإضافة البكتيريا إلى محلول نقع البذور. وقد أفادت هذه المعاملة فى حماية بذور البسلة والخيار والبنجر من الإصابة بالذبول الطرى.

كذلك تمكن Callan وآخرون (١٩٩١) من حماية أصناف الذرة السـكرية المحتويـة على الجينات shrunken-2 (sh-2)، و sugary enhancer (se)، و sugary (su) (وهـى التى تُحدث زيادة فى نسبة السكر بـالحبوب، ولكنهـا تتسـبب كـذلك — فـى تـأخير الإنبات، وتعرض البذور للإصابة بالأعفان، ومن ثم ضعف نسبة إنبات البذور الحاملـة لها) .. لقـد تمكـن هـؤلاء البـاحثون مـن حمايـة تلـك الأصـناف مـن الإصـابة بـالفطر

P. ultimum؛ وذلك بتغليف البذور عقب إجراء عملية الـ priming لها بالبكتيريا *P. fluorescens*. وكان تأثير هذه المعاملة فى مكافحة الذبول الطرى مماثلاً لتأثير معاملة البذور بالمبيد الفطرى metalaxyl.

ونؤجل التطرق إلى تفاصيل معاملة البذور بالبكتيريا المستخدمة فى المكافحة الحيوية إلى الفصل الخاص بالمكافحة الحيوية.

معاملة البذور بالماء الساخن

تكافح بعض الأمراض التى تنتقل عن طريق البذور بنقع البذور فى ماء تبلغ حرارته ٥٠ْم لمدة ٢٠–٣٠ دقيقة حسب المحصول. ويوضح جدول (٢–٥) درجات الحرارة وفترات المعاملة المناسبتين لمكافحة بعض الأمراض الفطرية والبكتيرية التى تنتقل عن طريق البذور فى عدد من محاصيل الخضر (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠).

وتجدر الإشارة إلى أن المسببات المرضية توجد فى هذه الحالات المبينة فى جدول (٢–٥) داخل البذور؛ أى أنها تكون مصابة infected، ولا تكون ملوثة سطحيًّا بالآفة infested فقط. وتؤدى المعاملة الحرارية إلى القضاء على المرض داخل البذرة.

جدول (٢–٥): معاملات بذور الخضر بالماء الساخن للتخلص من مسببات الأمراض.

الخضر	الحرارة (ْم)	المدة (دقيقة)	الأمراض التى تكافح
البروكولى – القنبيط	٥٠	٢٠	الألرناريا Altenaria
			قاعدة الساق السوداء Black leg
			العفن الأسود Black rot
كرنب بروكسل – الكرنب	٥٠	٢٥	الألترناريا
			قاعدة الساق السوداء
			العفن الأسود
الكرفس	٤٨	٣٠	الندوة المبكرة – الندوة المتأخرة
الباذنجان	٥٠	٢٥	عفن البذور
الفلفل	٥٠	٢٥	تبقع الأوراق البكتيرى
الطماطم	٥٠	٢٥	الأنثراكنوز – التقرح – التبقعات

وتزداد كفاءة المعاملة عندما تضاف مبيدات أو مركبات معينة إلى الماء المدفأ الذى تنقع فيه البذور.

كذلك أمكن تخليص بذور الجزر من الإصابة بالفطر *Alternaria dauci* وذلك بمعاملتها بالماء الساخن على حرارة ٥٤°م لمدة ٢٠ دقيقة دون التأثير على إنباتها (Hermansen وآخرون ١٩٩٩).

معاملة البذور بالمبيدات

تقوم الشركات المنتجة للبذور – عادة – بإجراء تلك المعاملة التى تكون بهدف حماية البذور من الإصابة بالأعفان قبل إنباتها، وحماية البادرات الصغيرة – لفترة محدودة بعد إنباتها – من الإصابة بالأمراض التى تعيش مسبباتها فى التربة؛ وتحدث الإصابة بها عن طريق الجذور. وتحدث المعاملة تأثيرها من خلال ذوبان المبيد العالق بالبذور فى المحلول الأرضى فى موقع الزراعة قريبًا من البذور والبادرات التى تنبت منها.

معاملة التقاوى لتخليصها من البكتيريا

بداية .. يجب أن تُستعمل فى الزراعة تقاوٍ معتمدة خالية من الإصابات المرضية المختلفة وموثوق بها؛ فإن لم تتوفر هذه التقاوى يتعين معاملة التقاوى المستخدمة فى الزراعة بالطريقة المناسبة التى تعمل على تخليصها من مسببات الأمراض البكتيرية.

فمثلاً .. يؤدى استخلاص بذور الطماطم بطريقة التخمر إلى تخليصها من البكتيريا المسببة لمرض التقرح البكتيرى. أما إن لم تستخلص البذور بطريقة التخمر فإنه يتعين معاملتها بحامض الأسيتيك بتركيز ٠,٦٪ لمدة ٢٤ ساعة فى حرارة ثابتة مقدارها ٢١°م. توضع البذور أثناء المعاملة فى كيس من القماش أو الشاش. ويراعى تقليب البذور جيدًا أثناء المعاملة؛ ليصل المحلول إلى كل البذور (عن Strider ١٩٦٩).

كذلك أمكن بالمعاملة الحرارية والكيماويات تخليص بذور الطماطم كلية من الأنواع البكتيرية التالية:

Pseudomonas syringae pv. *tomato*
P. corrugata
Xanthomonas campestris pv. *vesicatoria*
Clavibacter michiganensis subsp. *michiganensis*

وقد أجريت المعاملة بنقع البذور – بنسبة جزء بالوزن من البذور إلى ٤ أجزء بالحجم من المركب الكيميائى – فى محلول يحتوى على كل من:

Cupric acetate
Acetic acid
Pentachloronitrobenzene
5-ethoxy-3(trichloromethyl)-1-2,4-thiadiazole
Triton X-100

وذلك لمدة ساعة كاملة على حرارة ٤٥ ± ٠,١°م فى حمام مائى، علمًا بأن البكتيريا *Pseudomonas syringae* vp. *corrugata* هى الوحيدة التى احتاجت إلى هذه المعاملة. بينما قضى على باقى الأنواع البكتيرية بالنقع فى محلول المركبات الكيميائية لمدة ٣٠ دقيقة على حرارة ٢٥°م. ولم يكن لهذه المعاملة أية تأثيرات سلبية على نسبة إنبات بذور الطماطم أو قوة نمو البادرات، وقد أرجع تأثير المعاملة إلى تكوين الكيماويات المستعملة لمركب نحاسى عضوى معقد (Kritzman ١٩٩٣).

وفى الصليبيات .. تنتقل البكتيريا *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* – مسببة مرض العفن الأسود – عن طريق البذور، ويتم التخلص منها – عادة – بمعاملة البذور بالنقع فى الماء الدافئ. ولكن Shiomi (١٩٩٢) تمكن من تخليص بذور الكرنب تمامًا من هذه البكتيريا بتجفيفها أولاً على حرارة ٤٠°م لمدة ٢٤ ساعة، ثم تعريضها لحرارة ٧٥°م لمدة ٥–٧ أيام. ولم تكن لهذه المعاملة أية تأثيرات ضارة على حيوية البذور.

كذلك تعامل البذور – لتخليصها من البكتيريا – بعديد من المركبات، مثل:

١– مركبات الزئبق والنحاس.

٢– هيبوكلوريت الصوديوم Sodium hypochlorite.

٣- الـ malachite green.

٤- الـ phenacridane chloride.

٥- حامض الكبريتيك.

٦- المضادات الحيوية :

يستعمل الاستربتومايسين بتركيز ٤٠٠ جزء في المليون مع نقع البذور في محلول المضاد الحيوى لمدة ١٨ ساعة لمكافحة بكتيريا *Clavibacter betae* التي تسبب تبقعات بالأوراق في بعض الخضر.

كما أمكن مكافحة بكتيريا *Pseudomonas phaseolicola* المسببة لمرض اللفحة الهالية في الفاصوليا بمعاملة البذور بكل من الاستربتومايسين streptomycin، والكازوجاميسين Kasugamycin.

هذا .. إلا أنه لم يمكن مكافحة *Xanthomonas campestris* في بذور الصليبيات بمضادات حيوية؛ لأن التركيزات القاتلة للبكتيريا كانت أيضًا سامة للبذور (عن Dixon ١٩٨١).

المعاملة بالأشعة فوق البنفسجية

أدت معاملة بذور الكرنب بالأشعة فوق البنفسجية ذات المدى الموجى C (UV-C) بجرعة ٣,٦ كيلوجول/م^{٢} (kJm^{-2}) إلى خفض الإصابة بالعفن الأسود الذى تسببه البكتيريا *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* في النباتات الناتجة من زراعة تلك البذور، وذلك من خلال حث حالة المقاومة، علمًا بأن النباتات الناتجة من معاملة البذور كانت الأفضل في مختلف صفات الجودة (Brown وآخرون ٢٠٠١).

معاملة الأجزاء الخضرية المستخدمة في التكاثر

المعاملة بالحرارة

يؤدى تعريض الأنسجة النباتية لحرارة ٣٦°م إلى حدوث تثبيط كامل لبعض الفيروسات، بينما يحدث وقف لنشاط البعض الآخر. وبمضى الوقت يصبح النسيج

النباتى خاليًا من الفيرس. ومن أمثلة المعاملات التى تجرى تجاريًا – للتخلص من الفيروسات فى الأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر – ما يلى:

١– تخليص درنات البطاطس من فيرس التفاف الأوراق potato leaf roll virus بحفظ الدرنات فى حرارة ٣٦° لمدة ٢٠ يومًا.

٢– تخليص نباتات الفراولة من فيرس التبرقش strawberry mottle virus بحفظ النباتات فى حرارة ٣٧°م لمدة ٥٠ يومًا (Smith ١٩٧٧).

٣– كما وجد Kaiser (١٩٨٠) أن تخزين درنات البطاطس المصابة – فى حرارة ٣٧ °م لمدة ٣–٦ أسابيع قبل زراعتها – أدى إلى تخليصها تمامًا من الفيروسات التالية:

فيرس التفاف أوراق البطاطس Potato leaf roll virus.

فيرس موزايك البرسيم الحجازى Alfalfa mosaic virus.

فيرس حلقة الطماطم السوداء Tomato black ring virus.

حيث لم تكتشف أى من هذه الفيروسات فى النباتات النامية من الدرنات المعاملة. هذا .. إلا أن التخزين فى حرارة ٣٧°م لمدة ٦ أسابيع أدى إلى خفض نسبة إنبات الدرنات إلى ٤٤٪–٧٨٪ فى ثمانية أصناف من البطاطس.

٤– كذلك تفيد المعاملة الحرارية فى تخليص الأجزاء الخضرية المستعملة فى التكاثر من مسببات أمراض أخرى، كما يلى (عن Palti ١٩٨١):

المحصول والجزء الخضرى المعامل	المسبب المرضى الذى يتم التخلص منه	المرض الذى يسببه
جذور البطاطا	الفطر *Ceratocystis fimbriata*	العفن الأسود
	الفطر *Monilochaetes infuscans*	القشف Scurf
	النيماتودا *Meloidogyne incognita*	تعقد الجذور
درنات اليام	النيماتودا *Scutellonema bradys*	
أبصال وبصيلات البصل	الفطر *Peronospora destructor*	البياض الزغبى
شتلات الفراولة	النيماتودا *Aphelenchoides fragariae*	
	النمياتودا *A. ritzemabosi*	

المعاملة بالتبريد الفائق

يكون لمعاملة التبريد الفائق أهميتها فى معامل زراعة الأنسجة.

أدى التبريد الفائق للقمة الخضرية النامية ومعها ٣-٤ مبادئ أوراق لنباتات بطاطا نامية فى بيئة صناعية ومصابة بفيتوبلازما الورقة الصغيرة little leaf phytophasma إلى تخليصها من الفيتوبلازما، حيث كانت جميع النباتات الناتجة من زراعة القمم الميرستيمية المعاملة بتلك الطريقة (التى يطلق عليها cryotherapy) خالية من الإصابة مقارنة بنسبة ٧-١٠٪ من النباتات الخالية من الإصابة لدى زراعة قمم خضرية مماثلة ولكن دون معاملتها بالتبريد الفائق.

ولقد وجد أن عملية الـ cryotherapy كانت قاتلة لجميع الخلايا فيما عدا تلك التى توجد فى القبة الميرستيمية القمية وفى أصغر اثنتان من بادئات الأوراق، علمًا بأن تلك الأجزاء من القمة النامية الخضرية احتوت على نسيج وعائى وعناصر لحاء ولم يكن بها أى فيتوبلازما. وبالمقارنة وجدت أعداد كبيرة من الفيتوبلازما فى عناصر اللحاء التى تقع فى الأجزاء السفلى — أسفل القبة القمية بنحو ٠,١-١,٥مم - والتى قُتلت بفعل عملية التبريد الفائق (Wang & Valkonen ٢٠٠٨).

التكاثر بالتطعيم

يلجأ القليلون من منتجى الخضر إلى إكثارها بالتطعيم فى مصر، وفى أى من الدول العربية الأخرى؛ ولكن هذا الأسلوب فى إكثار الخضر ينتشر كثيرًا فى بعض دول شمال غربى أوروبا، وخاصة هولندا — حيث يقتصر هناك على الزراعات المحمية — وفى بعض دول جنوب شرقى آسيا — وخاصة كوريا واليابان — حيث يطبق فى كل من الزراعات الحقلية المكشوفة والزراعات المحمية على حد سواء.

ويقتصر إكثار الخضر بالتطعيم على خضر معينة؛ هى على وجه التحديد: البطيخ، والخيار، والقاوون (الكنتالوب) بأنواعه، والطماطم، والباذنجان.

ويتم إكثار هذه الخضر بالتطعيم؛ لتحقيق عدة أهداف، كما يلى:

١- مكافحة بعض الأمراض الهامة التى تعيش فى التربة، وتصيب النباتات عن طريق الجذور.

إن من أهم الأمراض التى تمت مكافحتها بكفاءة عن طريق التطعيم على أصول مقاومة الذبول الفيوزارى والذبول البكتيرى، وذبول فيرتسيليم، وعفن جذور مونوسبراسكس monosporascas root rot والنيماتودا، كما أحدث التطعيم — أحيانًا — زيادة فى قدرة تحمل النباتات لأمراض النموات الخضرية الفطرية والفيروسية، وكذلك لبعض الحشرات (King وآخرين ٢٠٠٨).

٢- زيادة تحمل النباتات للحرارة المنخفضة، والملوحة العالية، وغدق التربة.

٣- تحفيز امتصاص الماء والعناصر الغذائية.

٤- زيادة قوة النمو النباتى، وطول فترة الحصاد.

ويوضح جدول (٢-٦) بعض أهم الأنواع النباتية المستخدمة كأصول مع مختلف محاصيل الخضر، وطرق التطعيم المتبعة، والغاية من وراء التطعيم فى كل حالة (عن Lee ١٩٩٤).

جدول (٢-٦): الأصول المستخدمة لتطعيم محاصيل الخضر عليها، وطرق التطعيم المتبعة، والغاية من التطعيم.

المحصول	الأنواع الشائعة الاستعمال كأصول [أ]	طرق التطعيم [ب]	الهدف من التطعيم [جـ]
البطيخ	الجورد *Lagenaria siceraria* var. *hispida*	١	١، ٢
	هجن نوعية [د]	١، ٢	١، ٢، ٣
	الجورد الشمعى *Benincasa hispida*	١، ٣	١، ٢
	قرع عسلى من: *Cucurbita pepo*	٢، ٣	١، ٢، ٣
	النوع *Cucurbita moschata*	١، ٢	١، ٢، ٣
	Sicyos angulatus	٢	٥
الخيار	الجورد *Cucurbita ficifolia*	٢	١، ٢، ٣
	هجن نوعية [د]	١، ٢	١، ٢، ٣

تابع جدول (٢-٦).

المحصول	الأنواع الشائعة الاستعمال كأصول [أ]	طرق التطعيم [ب]	الهدف من التطعيم [جـ]
	الهجين: *Cucubita maxima* x *C. moschata*	٢	١، ٢، ٤
	الخيار *Cucumis sativus*	٢	١، ٢
	النوع: *Sicyos angulatus*	٢	٢، ٥
القاوون	*Cucmis melo*	٢، ٣	١
الطماطم [هـ]	*Lycopersicon pimpinellifolium*	٣	٥
	Lycopersicon hirsutum	٣	٥
	Lycopersicon esculentum	٣	٥
الباذنجان	*Solanum integrifolium*	٢، ٣	٦
	Solanum torvum	٢، ٣	٧

(أ) لم تذكر أسماء الأصناف العديدة – المستعملة كأصول – من كل نوع.

(ب) طرق التطعيم: ١- الإيلاج فى ثقب **hole insertion**، و ٢- التطعيم اللسانى **tongue approach**، والتطعيم بالشق **cleft grafting**.

(جـ) الهدف من التطعيم: ١- مقاومة الذبول الفيوزارى، و ٢- تحفيز النمو، و ٣- تحمل الحرارة المنخفضة، و ٤- إطالة فترة النمو، و ٥- مقاومة النيماتودا، و ٦- مقاومة الذبول البكتيرى، و ٧- تقليل الإصابة الفيروسية. .

(د) يُحصل على عديد من الهجن النوعية عن طريق مزارع البيضات المخصبة.

هـ – تغيرت الأسماء العلمية لتلك الأنواع – منذ عام ٢٠٠٧ – على النحو التالى (عن Peralta وآخرين ٢٠٠٧):

- تغير *Lycopersicon pimpinellifolium* إلى *Solanum pimpinellifolium*.
- تغير *Lycopersicon hirsutum* إلى *Solanum habrochaites*.
- تغير *Lycopersicon esculentum* (الطماطم) إلى *Solanum lycopersicum*.

ويذكر Lee (١٩٩٤) الأصول المبينة فى جدول (٢-٧) – كأمثلة – لمقاومة أمراض الطماطم التى تعيش مسبباتها فى التربة.

جدول (٢-٧): المقاومة التى توفرها بعض أصول الطماطم الشائعة الاستعمال فى كل من كوريا واليابان ضد الإصابة ببعض الأمراض التى تعيش مسبباها فى التربة[أ].

الأصل الجذرى	فيرس موزايك التبغ	نيماتودا تعقد الجذور	*Pyrenochaeta lycopersici*	*Verticillium dahliae*	*Fusarium oxysporum*	*Ralstonia solanacearum*
BF	S	S	S	S	R	R
LS89	S	S	S	S	R	R
PFN	S	R	S	S	R	R
PFNT	R	R	S	S	R	R
KNVF	R	R	R	R	R	S
KNVF Tm						
Signaal	R	R	R	R	R	S
KCFT-N	R	R	R	S	R	S

(أ): R = مقاوم Resistant، و S = قابل للإصابة Susceptible.

وبرغم أن عملية التطعيم ذاتها تجرى فى هذه الدول بكفاءة عالية (حيث يلزم — مثلاً — لإنتاج ٣٠٠٠ بادرة خيار مطعومة نحو ٦ ساعات عمل من كل ٧ أفراد)، إلا أن عدة شركات يابانية اتجهت — بالفعل — نحو أَتْمَتَةَ هذه العملية؛ حيث تم تطوير عدة أنواع من الروبوتات التى يمكنها القيام بها بسرعة فائقة (عن Kurata ١٩٩٤).

ونعطى — فيما يلى — مزيدًا من الأمثلة لحالات نجح فيها التطعيم على أصول معينة فى مكافحة أمراض هامة:

- أفاد تطعيم البطيخ على اليقطين *Lagenaria siceraria* فى مكافحة مرض الذبول الفيوزارى (Liu وآخرون ١٩٩٥).
- أجريت اختبارات على عدد من أصول الكنتالوب — التى تعرف بمقاومتها التامة أو الجزئية للسلالة 1,2 من الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* — لأجل التعرف على مستوى مقاومتها للفطر *Didymella bryoniae*، حيث ظهرت مستويات عالية من المقاومة مع كل من الأصول التالية:

Cucumis anguria

C. ficifolius

C. figarei

C. metuliferus

C. zeyheri

Benincasa hispida

كذلك كانت الأصول الهجين التجارية ELSI، و ES 99-13، و RS 841 من الجنس *Cucurbita* على مستوى عالٍ مماثل من المقاومة للفطر (Trionfetti Nisini وآخرون ٢٠٠٠).

• بينما أدى تعقيم التربة بالتشميس solarization إلى التخلص من الفطر *Verticillium dahliae* بدرجة عالية من الكفاءة، فإن تأثير التشميس كان جزئيًّا فقط ضد كل من الفطر *Pyrenochaeta lycopersici* مسبب مرض عفن الجذور الفليني ونيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. وقد أمكن مكافحة الأمراض الثلاثة — في الباذنجان — بتطعيمه على أصل الطماطم الهجين Brigeor (المقاوم لعفن الجذور الفليني ونيماتودا تعقد الجذور)، مع تعقيم التربة بالتشميس، وهي العملية التي أعطت مكافحة جيدة لكل من الذبول الفيوزاري ومعظم الحشائش (Ioannou وآخرون ٢٠٠١).

• يفيد تطعيم الكنتالوب على أصول ذات نمو جذري كثيف وقوي — مثل Pat 81 من *Cucumis melo* subsp. *agrestis* — في حمايته من الإصابة بالتدهور (Dias وآخرون ٢٠٠٢).

• أمكن مكافحة الفطر *Fusorium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* مسبب مرض عفن الجذور والساق في الخيار بالتطعيم على أصول من هجين الـ *Cucurbita* التجارية Peto 42.91، و TS-1358، و TZ-148، مع الحصول على صفات جودة ثمرية عالية (Pavlou وآخرون ٢٠٠٢).

استُخدم لمكافحة الذبول البكتيري في الطماطم — الذي تسببه البكتيريا *Ralstonia solanacearum* أصلين مقاومين، هما أصل الباذنجان EG203، وأصل الطماطم Hawaii 7996. ولقد تراوحت نسبة الإصابة عندما استخدم أصل الباذنجان بين صفر ٪، و ٢,٨٪، مقارنة بنسبة إصابة تراوحت بين ٢٤,٤٪، و ٩٢,٩٪ في نباتات الكنترول غير المطعومة. وبينما أدت إضافة مخلوط من اليوريا والجير المطفي للتربة إلى زيادة

فاعلية أصل الطماطم فى مقاومة الذبول البكتيرى، فإن تلك الإضافة — التى كان لها تأثير مثبط على البكتيريا — لم تكن مؤثرة فى زيادة فاعلية أصل الباذنجان (Lin وآخرون ٢٠٠٨).

وقد أمكن تحديد المركبات المضادة للفطريات التى تتواجد فى الأصلين الجذريين للطماطم: Taibyo Shinko No. 1 (الذى حُصل عليه من الهجين النوعى: *L. esculentum* x *L. hirsutum*) والصنف Kyoryoku Beiju، ووجد أنها كانت:

- أربعة أحماض دهنية أيدروكسيلية غير مشبعة.
- حامض داى كربوكسيلك (وهو azeliac acid).
- الكينون: 2,6-dimethoxy-p-benzoquinone.
- خمسة مركبات فينولية هى: الـ vanillin، والـ syringaldehyde، والـ p-hydroxybenzaldehyde، والـ p-hydroxybenzoic acid، والـ vanillic acid (Nagaoka وآخرون ١٩٩٥).

• كذلك وجد فى الطماطم أن استعمال الأصل Maxifort أدى إلى مكافحة الذبول الفيوزارى بصورة تامة، بينما أدى استعمال أى من الأصلين CRA 66 أو Hawaii 7996 إلى التخلص من الإصابة بالذبول البكتيرى؛ الأمر الذى يفيد كثيرًا فى مكافحة هذين المرضين عند إنتاج الأصناف غير المقاومة لهما والتى تكون متميزة بصفات جودة عالية، كما فى الأصناف القديمة المتميزة المتوارثة heirloom varieties (Rivard & Louws ٢٠٠٨).

تأثير إمرار أجسام صلبة واحتكاكها دوريًّا بالشتلات فى حمايتها من الإصابات الحشرية

من المعاملات التى طورت فى تسعينيات القرن الماضى كبديل لمعاملات منظمات النمو؛ لغرض الحد من النمو الزائد للشتلات فى المشاتل — إمرار أجسام صلبة لتحتك بالشتلات عدة مرات يوميًا، وهى تعرف بمعاملة "التفريش" Brushing. وتستخدم لذلك عدة وسائل؛ أهمها أنابيب البولى فينايل كلورايد التى يتم ضبط ارتفاعها لتمر على أطراف النباتات يدويًا أو ميكانيكيًا (للتفاصيل الخاصة بهذا الموضوع .. يراجع حسن ١٩٩٨).

وقد تبين أن هذه المعاملة تؤثر – كذلك – سلبيًّا على بعض الإصابات الحشرية. فقد أوضحت دراسات Latimer & Oetting (١٩٩٤) – على شتلات الطماطم، والباذنجان، والبطيخ – أن معاملة الاحتكاك أدت إلى خفض أعداد المنّ والتربس عند إجراء العدوى بها بعد أسبوع من بدء المعاملة. ومن المعلوم أن الجروح البسيطة يكون لها تأثيرات سلبية على تغذية الحشرات وتكاثرها.

تجنب الزراعة بالقرب من المحاصيل التى تصاب بنفس الأمراض

لبيان أهمية ذلك .. نورد الأمثلة التالية:

١– يصيب الفيرس موزايك الخيار كلا من، الخيار، والقاوون، والكرفس، والفلفل بسهولة، وينتقل منها إلى الطماطم بواسطة حشرة المنّ.

٢– يصيب فيروسا X و Y البطاطس نباتات البطاطس، وينتقلان منها إلى الطماطم بالطرق الميكانيكية.

٣– يصيب فيرس ذبول الطماطم المتبقع عددًا من نباتات الزينة. وينتقل منها إلى الطماطم بواسطة حشرة التربس.

ويؤدى عدم زراعة محاصيل ثانوية بالقرب من محصول أو محاصيل رئيسية إلى تجنب إصابة الأخيرة بالأمراض التى تصيبهما معًا.

طريقة الزراعة

لطريقة الزراعة تأثيرات كبيرة على الإصابة بالأمراض، كما يتبين من المناقشة التالية:

الزراعة على مصاطب مرتفعة

تساعد الزراعة على مصاطب مرتفعة فى سرعة تصريف مياه الأمطار، ومياه الرى بالرش أو بالتنقيط؛ فلا تتعرض الجذور للإصابة بالأعفان. كما تعمل المصاطب المرتفعة – كذلك – على رفع حرارة التربة؛ مما يساعد على سرعة إنبات البذور وتقليل فرصة تعفنها (عن Isakeit & Philley ٢٠٠٧).

الزراعة الرأسية على دعائم

تفيد زراعة الطماطم رأسيًا على دعائم فى الحد من إصابتها بأمراض النموات الخضرية (مثل الندوة المبكرة) وأعفان الثمار بعد الحصاد (بما فى ذلك الأنثراكنوز)، وزيادة فاعلية برامج الرش الأسبوعى بالمبيدات الفطرية (Tietjen وآخرون ٢٠٠١).

مسافة الزراعة

نجد بصورة عامة أن شدة الإصابات المرضية تزداد بزيادة كثافة الزراعة.

فمثلاً .. وجد أن شدة إصابة ثمار الفراولة بالبوتريتس تزداد بنقص مسافة الزراعة بين النباتات من ٤٦ سم إلى ٢٣ سم، إلاّ أن المحصول يزداد فى المسافات الضيقة على الرغم من الإصابة (Legard وآخرون ٢٠٠٠).

عمق الزراعة

تؤدى زيادة عمق الزراعة — خاصة فى الأراضى المتوسطة القوام والثقيلة — إلى ضعف تعرض درنات البطاطس للإصابة بالفطر *Phytophthora infestans*، الذى يمكن لجراثيمه السابحة وأكياسه الجرثومية الانتقال إلى أسفل سطح التربة مع حركة الماء، ولكن ذلك الانتقال يكون لمسافة أكبر فى الأراضى الخفيفة عما فى سواها (Porter وآخرون ٢٠٠٥).

أغطية التربة (الملش)

يفيد استعمال أغطية التربة (الملش mulches) فى مكافحة الحشرات الناقلة للأمراض الفيروسية وبخاصة المنّ والذبابة البيضاء — وبذلك يمكن خفض أو تأخير الإصابة بعديد من الأمراض الفيروسية.

وبالنسبة للمنّ .. فإنه نادرًا ما يفيد استعمال المبيدات فى مكافحة الأمراض الفيروسية التى تنقلها الحشرة؛ ذلك لأنها تكون — غالبًا — غير متبقية، ولا يستغرق اكتساب الحشرة للفيرس — عادة — أكثر من ١٥ ثانية من تغذيتها على نبات

مصاب. ويمكن للحشرة التى اكتسبت الفيرس أن تنقله مباشرة إلى نبات سليم — دون أن تمر بفترة حضانة — وذلك فى خلال ١٥ ثانية أخرى من تغذيتها عليه. ويعنى ذلك أن الحشرة الحاملة للفيرس يمكنها نقله إلى النبات السليم قبل أن يقضى عليها المبيد.

أما الذبابة البيضاء .. فإن أعدادها تكون — عادة — كبيرة للغاية، وعلى الرغم من أنه يمكن باستعمال المبيدات الحد من أضرارها كآفة حشرية، إلا أنه يكون من الصعب — عادة — التخلص منها بصورة شبه كاملة لكى لا تعمل كناقل للفيروسات، علمًا بأنه يكفى عادة ذبابة واحدة إلى ثلاث ذبابات بيضاء حاملة لأحد الفيروسات لكى تنقله إلى نبات سليم عند تغذيتها عليه.

كذلك يفيد استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة فى خفض شدة الإصابة ببعض الأمراض والآفات الأخرى.

الأغطية البلاستيكية العاكسة للضوء

تستعمل لهذا الغرض الأغطية البلاستيكية (أغطية البوليثيلين) البيضاء أو ذات السطح الفضى. تثبت هذه الأغطية على سطح التربة قبل الزراعة لتحقيق عدة أهداف (يراجع فى ذلك حسن ١٩٩٨)، ولكن ما يهمنا فى هذا المقام أنها تعمل على طرد الحشرات؛ بسبب انعكاس الأشعة فوق البنفسجية من عليها؛ الأمر الذى يحدث ارتباكا لبعض الحشرات (مثل: المن، والتربس، والذبابة البيضاء، وصانعات الأنفاق) عندما تحاول أن تحط على النباتات، وبذا فهى تفيد فى مكافحة الحشرات ذاتها، وفى الحد من انتشار الأمراض الفيروسية التى تنقلها تلك الحشرات.

ومن بين الفيروسات التى تكافح بهذه الطريقة — فى الولايات المتحدة — فيرس موزايك الخيار وفيرس Y البطاطس فى الفلفل، وفيرس موزايك البطيخ فى الكوسة، وغيرها من الفيروسات، وخاصة الفيروسات غير المتبقية التى ينقلها المن، والتى لا يفيد معها — كثيرًا — استعمال المبيدات ضد المن؛ حيث يمكن أن تنقل الحشرة الفيرس إلى النبات السليم قبل أن تموت بفعل المبيد.

ونقدم – فيما يلى – عرضا لبعض الدراسات التى أجريت فى هذا المجال:

● يستدل من دراسات Wyman وآخرين (١٩٧٩) على أن أعداد حشرة المن المجنح المهاجر إلى حقول الكوسة انخفضت بنسبة ٩٦٪، و ٦٨٪ عند استعمال أغطية بلاستيكية – للتربة – ألومنيومية وبيضاء اللون على التوالى. وقد شكل منّ الخوخ الأخضر نحو ٩٢٪ من أعداد المنّ التى تم اصطيادها، والتى كانت من ١٦ نوعًا.

وبينما بلغت نسبة الإصابة بفيرس موزايك البطيخ (وهو الفيرس الوحيد الذى وجد بالحقل) نحو ٩٠٪ من معاملة الشاهد، فإن الإصابة انخفضت بنسبة ٩٤٪، و ٧٧٪ فى معاملتى أغطية التربة على التوالى. وقد صاحب ذلك زيادة فى المحصول بلغت حوالى ٤٣٪، وكانت الزيادة أكبر فى المحصول المبكر؛ حيث بلغت ٨٥٪، و ٦٩٪ فى معاملتى أغطية التربة على التوالى.

● ويذكر Schwartz & Hamel (١٩٨٠) أن استعمال أغطية للتربة من رقائق الألومنيوم أدى فى الكوسة إلى خفض أعداد حشرة المنّ، وتأخير الإصابة بالفيرس، وزيادة المحصول، كما أدى استعمالها فى الطماطم إلى نقص الإصابة بصانعات الأنفاق، والبقة الخضراء. وتدل هذه الدراسة على أهمية انعكاس الضوء من رقائق الألومنيوم فى خفض شدة الإصابتين الحشرية والفيروسية، ولكن لا يمكن – بالطبع – استعمال تلك الأغطية فى الإنتاج التجارى للخضر؛ بسبب تكلفتها الباهظة.

● وقد وجد Schalk & Robbins (١٩٨٧) أن استعمال الأغطية البلاستيكية الفضية للتربة فى حقول الطماطم كان طاردًا لحشرة المنّ، ولكنه أدى إلى زيادة الإصابة بحشرتى دودة الطماطم (*Helicoverpa zea*) والـ tomato pinworm (*Keiferia lycopersicella*).

● وقد انخفضت شدة الإصابات الفيروسية فى حقول الكوسة – فى ولاية أوكلاهوما الأمريكية – عند استعمال أى من أغطية التربة البلاستكية البيضاء، أو الألومنيومية العاكسة للضوء، أو السوداء المطلية بالألومنيوم، وكانت أكثرها فاعلية – فى زيادة المحصول وخفض الإصابة الفيروسية – الأغطية الألومنيومية العاكسة للضوء (Conway وآخرون ١٩٨٩).

● كما أوضحت دراسات Greenough وآخرين (١٩٩٠) أن استعمال تلك الشرائح البلاستيكية ذات السطح الألومنيومي مع محصولي الطماطم والفلفل أدى إلى تخفيض أعداد حشرة التربس التي أمكن اصطيادها بنسبة ٦٨٪ في الطماطم، و ٦٠٪ في الفلفل. وصاحب ذلك نقص في نسبة الإصابة بفيرس ذبول الطماطم المتبقع — الذي ينقله التربس — بنسبة ٦٤٪ في الطماطم، و ٧٨٪ في الفلفل.

● هذا .. وقد تبين من دراسات Lamont وآخرين (١٩٩٠) أن طلاء شريط ألومنيومي على سطح الأغطية البلاستيكية السوداء، أو استعمال أغطية عاكسة للضوء — بيضاء أو ألومنيومية — أدى (في ولاية كارولينا الشمالية) إلى تأخير ظهور أعراض الإصابة بفيرس موزايك البطيخ رقم ٢ في الكوسة — الذي ينقله المنّ — ولكنه لم يمنع الإصابة أو انتشارها، وخاصة في نهاية موسم النمو.

● وفي ولاية ألاباما الأمريكية وجد Brown & Brown (١٩٩٢) أن حشرة التربس كانت أكثر تواجدًا على نباتات الطماطم التي استعمل في إنتاجها غطاء بلاستيكي أبيض للتربة، مقارنة باستعمال غطاء بلاستيكي أسود، أو بلاستيكي بلون الألومنيوم، أو بدون غطاء. هذا .. إلا أن الفروق التي لوحظت في بداية موسم النمو تقلصت تدريجيًّا بمرور الوقت؛ حيث غطت النباتات مساحات متزايدة من الغطاء البلاستيكي للتربة. وقد كان التربس *Frankliniella occiodentalis* أكثر الأنواع تواجدًا في هذه الدراسة.

● كما درس Brown وآخرون (١٩٩٣) تأثير عدة ألوان من أغطية التربة البلاستيكية في حقول الكوسة على أعداد حشرة المنّ، ومدى انتشار الإصابة بفيروسات موزايك الخيار، وموزايك البطيخ رقمي ١، و ٢، وموزايك الزوكيني الأصفر، وموزايك الكوسة. وقد أوضحت الدراسة أن البلاستيك الفضي اللون أعطى محصولاً قابلاً للتسويق أعلى من الكنترول (بدون غطاء بلاستيكي للتربة). وكانت الألوان الأخرى المستخدمة (الأبيض، والأصفر، والأسود بحافة صفراء) متوسطة في تأثيرها على أعداد المنّ والإصابات الفيروسية. وقد أدى استعمال الغطاء البلاستيكي الفضي منفردًا — بدون استعمال المبيدات الحشرية — إلى تأخير بداية ظهور مختلف الإصابات الفيروسية بنحو ١٠–١٣ يومًا.

● ويستدل من دراسات Csizinsky وآخرين (١٩٩٥) — التى استعملوا فيها أغطية بلاستيكية زرقاء، وبرتقالية، وحمراء، وألومنيومية، وصفراء، وبيضاء — على أن أعداد حشرة المنّ التى تم اصطيادها من على نباتات الطماطم كانت أقل ما يمكن عندما استعمل البلاستيك الألومنيومى والأصفر، وأعلى ما يمكن عندما استعمل البلاستيك الأزرق. كما وجدت أقل أعداد للتربس عندما استعمل البلاستيك الألومنيومى، وكانت أقل أعداد للذبابة البيضاء عندما استعمل البلاستيك الأصفر. وكان نقص أعداد الذبابة البيضاء عندما استعمل البلاستيك الأصفر مصاحبًا بتأخير فى ظهور أعراض الإصابة بفيرس تبرقش الطماطم tomato mottle virus — الذى تنقله الذبابة البيضاء — وزيادة فى المحصول.

● وفى دراسة قورن فيها تأثير معاملة أغطية التربة العاكسة للضوء، مع كل من الرش بالمبيدات، والرش بالزيوت المعدنية، أو الجمع بين أكثر من معاملة منها — معًا — على إصابة الكوسة بفيرس تبقع الباباظ الحلقى Papaya Ringspot Virus W — الذى ينقله المنّ — وجد Pinese وآخرون (١٩٩٤) ما يلى:

١- قللت أغطية التربة البلاستيكية ذات السطح الفضى نسبة المخاطرة Hazard Ratio للإصابة بالفيرس إلى ٠,٣٢، مقارنة بـ ١,٠ فى معاملة الشاهد.

٢- تساوت معاملة الجمع بين الرش بالزيت المعدنى ألبارول Albarol بنسبة ١٪، والرش بالمبيد الحشرى ميتاسيستوكس ٢٥٠ Metasystox 250 مع معاملة الغطاء الفضى العاكس فى خفض نسبة المخاطرة للإصابة بالفيرس.

٣- كانت أكثر المعاملات فاعلية هى الجمع بين الغطاء الفضى اللون للتربة والرش بكل من الزيت المعدنى والمبيد؛ حيث أدت إلى خفض نسبة المخاطرة إلى ٠.١٦، وتضاعف فيها محصول الثمار الخالية من أعراض الإصابة، وزادت فيها عدد مرات الحصاد إلى أكثر من الضعف مقارنة بمعاملة الشاهد.

٤- كان الغطاء البلاستيكى الأسود للتربة — منفردًا — فعالاً جزئيًّا؛ حيث قلل نسبة المخاطرة إلى ٠,٦٦ وكان هذا التأثير جوهريًّا مقارنة بالكنترول.

٥- لم تكن الأغطية البلاستيكية الزرقاء والرمادية مؤثرة؛ حيث كانت نسبة المخاطرة معهما ٠,٨٦، و ٠,٩٩ على التوالى.

٦- كان الزيت المعدنى ألبارول أكثر فاعلية من الزيت لوفس Lovis، حينما استعمل أى منهما مع المبيد ميتاسيستوكس ٢٥٠؛ حيث كانت نسبة المخاطرة ٠,٢٦، و ٠,٤٦ فى المعاملتين على التوالى.

● وأدى رش مصاطب الزراعة بطلاء فضى، أو استعمال نوعان من الأغطية البلاستيكية الفضية اللون إلى طرد حشرات المنّ المهاجرة، وتأخير بداية الإصابة بعدد من الفيروسات فى الكوسة فى كاليفورنيا؛ فقد تأخرت بداية ظهور الأعراض المرضية على النباتات التى استعملت معها تلك المعاملات بنحو ٧-١٠ أيام مقارنة بالنباتات التى لم تعامل. وبمقارنة أعداد النباتات التى ظهرت عليها أعراض الإصابات الفيروسية .. تبين ظهور أعراض الإصابة بفيرس واحد — على الأقل — قبل القطفة الأولى — على ٣٠٪ من النباتات فى العروة الربيعية وعلى ١٠٠٪ من النباتات فى العروة الخريفية، وذلك فى النباتات التى لم تعامل بالغطاء الفضى (الطلاء الفضى أو الغطاء البلاستيكى الفضى)، بينما كانت النسب ١٠-١٥٪، وأقل من ١٠٪ فى النباتات التى أعطيت معاملة الغطاء الفضى فى العروتين. على التوالى. وكان الغطاء الفضى أكثر كفاءة فى طرد المنّ عن الغطاء الأبيض اللون. وكانت الثمار الصالحة للتسويق فى معاملة الغطاء الفضى للتربة أعلى بنسبة ٧٠٪ فى العروة الربيعية، وبنسبة ٧٥-٨٠٪ فى العروة الخريفية، عما فى نباتات معاملة الكنترول. وعلى الرغم من أن النباتات التى استعمل معها الغطاء الفضى للتربة أصيبت بالفيروسات فى نهاية الأمر، إلا أنها استمرت فى إنتاج نسبة أعلى من الثمار الصالحة للتسويق خلال معظم موسم الحصاد عمّا فى نباتات الكنترول. ويستفاد من هذه الدراسة أن الطلاء الفضى الذائب فى الماء — والذى يتحلل بيولوجيًّا — أفضل من أغشية البوليثيلين الفضية اللون. لأن الطلاء يمكن حراثته فى التربة فى نهاية موسم الزراعة، ولا يحتاج إلى إزالته والتخلص منه، مثلما يحدث مع الأغطية البلاستيكية (Summers وآخرون ١٩٩٥).

● كذلك أدى استعمال الغطاء الألومنيومى للتربة فى الأردن إلى تأخير بداية ظهور أعراض الإصابات الفيروسية فى الكوسة بنحو أسبوعين مقارنة بنباتات الكنترول، وبنحو أسبوع واحد مقارنة بمعاملة رش النباتات بالزيت المعدنى JMS Stylet Oil، بينما لم يكن للرش بأى من الزيوت الأخرى التى استعملت (Sun oil & date palm) أى تأثير على

الإصابة الفيروسية مقارنة بالكنترول. وقد أدى تأخير بداية ظهور الإصابة إلى نقص شدتها عندما بلغت النباتات مرحلة الحصاد، مع زيادة فى أعداد الثمار التى كانت صالحة للتسويق. وكانت أكثر الفيروسات تواجدًا فى هذه الدراسة فيرس موزايك الزوكينى الأصفر، ثم فيرس موزايك البطيخ رقم ٢، ثم فيرس موزايك الخيار (Mansour ١٩٩٧).

● وقد قارن Brown وآخرون (١٩٩٦) تأثير استعمال ألوان مختلفة من الأغطية البلاستيكية العاكسة للضوء للتربة على محصول الكوسة وإصابته بالأمراض الفيروسية. وقد وجدوا أن المحصول كان أعلى فى معاملات أغطية التربة — مقارنة بمعاملة الكنترول التى زرعت بدون غطاء بلاستيكى للتربة — وذلك بنسبة ٩٦٪ عندما استعمل غطاء بلاستيكى مطلى بالألومنيوم، وبنسبة ٩٨٪ عندما استعمل غطاء بلاستيكى أبيض اللون، وبنسبة ٧٥٪ عندما استعمل غطاء بلاستيكى أسود. وقد تجمع فى مصائد المنّ أعداد أكبر من الحشرة عندما كانت التربة غير مغطاة بالبلاستيك، أو عندما استعمل معها البلاستيك الأسود عمّا كان عليه الحال عندما استعمل غطاء بلاستيكى مطلى بالألومنيوم. وكانت الإصابة الفيروسية أعلى بنسبة ٧٢٪ عندما استعمل الغطاء البلاستيكى الأسود، وبنسبة ٦٨٪ عندما رشت النباتات بالدايازينون Dizainon مع عدم استعمال غطاء بلاستيكى للتربة، وبنسبة ٥٩٪ عندما كانت التربة بدون غطاء بلاستيكى، وبنسبة ٥٧٪ عندما استعمل غطاء بلاستيكى مطلى بالأصفر، وبنسبة ٥٧٪ عندما استعمل غطاء بلاستيكى أبيض، وذلك مقارنة بمعاملة استعمال غطاء بلاستيكى بطلاء ألومنيومى. كما تأخرت بداية ظهور أعراض الإصابة بكل من فيرس موزايك الزوكينى الأصفر وفيرس موزايك الخيار بمقدار ثلاثة أسابيع فى معاملة الغطاء البلاستيكى ذى الطلاء الألومنيومى، مقارنة بكل من معاملة التربة غير المغطاة، والتربة غير المغطاة مع الرش بالدايازينون.

● ولا يكون استعمال هذه الأغطية البلاستيكية للتربة — العاكسة للضوء — مفيدًا إلا مع الأصناف القابلة للإصابة بالفيروسات (فيرس موزايك الزوكينى الأصفر وفيرس موزايك الخيار) والأصناف الحساسة لها، حيث لم يكن استعمالها مجديًا مع أصناف الكوسة المتحملة للإصابة (Ansanelli وآخرون ١٩٩٧).

● كما أدى استخدام الغطاء البلاستيكى الفضى للتربة إلى خفض أعداد بيض الذبابة البيضاء بأوراق الفاصوليا خلال الأسبوع الأول بعد الإنبات، وذلك بالمقارنة بالكنترول، بينما لم يتحسن تأثير الغطاء البلاستيكى الفضى بزراعة الكوسة كمحصول صائد فى حقل الفاصوليا (Smith وآخرون ٢٠٠٠).

● وأفاد استعمال أغطية التربة العاكسة للضوء — وخاصة الألومنيومية مقارنة بالفضية — إلى تقليل تواجد الذبابة البيضاء *B. argentifolii* فى حقول الطماطم وخفض إصابتها بفيرس تبرقش الطماطم tomato mottle virus الذى تنقله تلك الذبابة (Csizinszky وآخرون ١٩٩٩).

الأغطية البلاستيكية الصفراء الجاذبة للحشرات

يفيد استخدام البلاستيك (البوليثيلين) الأصفر — كغطاء للتربة فى حالة الطماطم — فى خفض معدلات الإصابة المبكرة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم؛ لأنه يجذب إليه حشرة الذبابة البيضاء الناقلة للفيرس؛ مما يؤدى إلى موتها بفعل ملامستها للبلاستيك الساخن (عن Cohen & Melamed-Madjar ١٩٧٨).

وقد وجد أن استعمال الأغطية البلاستيكية الصفراء للتربة مع الرش اليومى لنباتات الطماطم بمبيد Smash أدى إلى خفض الإصابة بالفيرس فى صنف الطماطم TY20 إلى ٢,٢٪ فى وداى الأردن الذى تكون الإصابة فيه بالفيرس عالية للغاية فى العروة الخريفية)، مقارنة بنحو ٤٥٪ باستعمال بلاستيك شفاف مع الرش أسبوعيًّا بالمبيد (عن Zamir وآخرين ١٩٩١).

كما وجد أن الأغطية البلاستيكية الصفراء — وبدرجة أقل الأغطية البرتقالية اللون — تجذب إليها حشرة من الخوخ *Myzus persicae* (عن Csizinsky وآخرين ١٩٩٥).

كذلك وجد أن استعمال البلاستيك الأصفر كغطاء للتربة مع رش النباتات بمستحلب زيت فول الصويا، أو استعمال الغطاء الألومنيومى كانا أفضل من استعمال الأغطية البلاستيكية السوداء والبيضاء فى خفض أعداد الذبابة البيضاء *Bemisia argentifollii* التى تصيب الطماطم (Csizinszky وآخرون ١٩٩٧).

الأغطية البلاستيكية الحمراء

أفاد استعمال الغطاء البلاستيكى الأحمر للتربة فى زيادة محصول الطماطم وتقليل تأثرها بالأعداد الكبيرة من يرقات نيماتودا تعقد الجذور بالتربة (M. J. Kasperbauer — ٢٠٠٨ — الإنترنت).

الأغطية البلاستيكية السوداء

على الرغم من أن أعراض الإصابة بذبول فيرتسيليم ظهرت فى ٥٠٪ من النباتات مبكرة بمقدار ١٣ يومًا عندما استعمل الغطاء البلاستيكى الأسود للتربة، مقارنة بما كان عليه الحال عندما لم يستعمل الغطاء البلاستيكى، إلا أن النباتات التى استعمل معها الغطاء البلاستيكى كانت أقوى نموًا، وكانت ثمارها أكبر حجمًا عندما أعطيت جرعة إضافية من النيتروجين مقارنة بثمار الكنترول (Elmer & Ferrandino ١٩٩١)

استعمال قش الأرز كغطاء للتربة لجذب الحشرات

أدى استعمال قش الأرز كغطاء للتربة وقت زراعة البذور إلى تأخير انتشار الإصابة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم فى حقول الطماطم لمدة ٣ أسابيع. وصاحب ذلك نقص أعداد حشرة الذبابة البيضاء الناقلة للفيرس فى الحقل، وكانت الحشرة تنجذب نحو القش بسبب لونه الأصفر، ثم تموت بسبب حرارته العالية. وقد انخفضت فاعلية القش بعد ثلاثة أسابيع من فرشه على سطح التربة، وصاحب ذلك تحوله إلى اللون الرمادى (Cohen وآخرون ١٩٧٤).

كذلك اتبعت هذه الوسيلة فى حماية الخيار من الإصابة بفيرس اصفرار عروق الخيار Cucumber Vein Yellowing Virus — الذى تنقله — أيضًا — الذبابة البيضاء.

الغطاء النباتى الحىّ للتربة

حُصِلَ على مكافحة جيدة للذبابة البيضاء مع تأخير فى إصابة نباتات الطماطم بفيرس تبرقش الطماطم الأصفر tomato yellow mottle virus الذى تنقله إليها الذبابة البيضاء، بخفض التلامس بين نباتات الطماطم الصغيرة — فى بداية حياتها — والذبابة

البيضاء، وذلك باستعمال غطاء للتربة من النباتات الحية كان أبرزها الكسبرة. أدى استعمال هذا الغطاء إلى خفض أعداد الحشرات البالغة القادمة إلى حقل الطماطم. وقد كان اتباع هذه الطريقة مناظرًا — فى تأثيره على مكافحة الذبابة وخفض إصابة الطماطم بالفيرس — لتأثير استعمال أى من الأغطية البلاستيكية العاكسة للضوء أو المبيد الحشرى imidacloprid (Hilje & Stansley ٢٠٠٨).

دور أغطية النباتات

توفر الأغطية النباتية الطافية floating plant covers (أو suspended row covers) — وهى أغطية توضع فوق النباتات مباشرة فى خطوط الزراعة — حماية من عديد من الإصابات الفيروسية التى تنقلها الحشرات، وخاصة تلك التى تنقلها حشرات المنّ، والذبابة البيضاء، والتربس.

وهذه الأغطية غير منسوجة، وتصنع إما من البولسترين (مثل: Agryl P17، و Agronet)، وإما من البولى بروبلين (السلوفان مثل: Base UV17)، وهى خفيفة الوزن؛ حيث لا يزيد وزنها على ١٧ جم لكل متر مربع، وتسمح بنفاذ الماء والهواء، ونحو ٩٠–٩٥٪ من الضوء الساقط عليها، كما تسمح برش المبيدات من خلالها. ولا تؤدى إلى تكثيف الرطوبة. وتعمل التهوية الجيدة على منع خفقان الغطاء بفعل الرياح.

توضع هذه الأغطية إما على النباتات مباشرة، وتثبت من الحواف بالتربة على ألا تكون مشدودة لكى تسمح بالنمو النباتى، وإما أنها توضع على أقواس سلكية متباعدة تُثبت على خطوط الزراعة. والطريقة الثانية هى المفضلة، ويلزم معها تغليف الأقواس السلكية بخراطيم رى بالتنقيط مُسْتَهْلَكة للمحافظة على الغطاء من التمزق (يراجع حسن ١٩٩٨ لتفاصيل استعمالات هذه الأغطية).

تستعمل هذه الأغطية فى الزراعات الحقلية لوقاية النباتات من جميع الأمراض الفيروسية التى تنقلها الحشرات؛ فهى — مثلاً — تستخدم بصورة تجارية لحماية الطماطم من فيرس تجعد واصفرار الأوراق فى منطقة الشرق الأوسط، وفى حماية الكوسة من فيرس تجعد أوراق الكوسة.

ففى كاليفورنيا .. لم يُجْدِ الرشُّ بالمبيدات الحشرية فى مكافحة الذبابة البيضاء والأمراض الفيروسية التى تنقلها الذبابة إلى الكوسة. وبالمقارنة .. أدى إبعاد الذبابة البيضاء تمامًا عن النباتات – من بداية الإنبات حتى بداية عقد الثمار – بأغطية بالبوليسترين إلى منع إصابتها بكل من: فيروسى التفاف أوراق الكوسة، واصفرار الخس المعدى خلال تلك المرحلة الحرجة من نموها، وصاحب ذلك زيادة المحصول إلى أكثر من ٢٠ مثل محصول النباتات غير المغطاة، فضلاً على أن معظم ثمار النباتات غير المغطاة كانت مشوهة الشكل.

وإلى جانب الحماية من الإصابات الفيروسية، فإن الأغطية النباتية تحمى النباتات – ابتداء – من الإصابات الحشرية. فمثلاً .. وفّرت هذه الأغطية حماية لنباتات الكرنب من الإصابة بكل من المنّ، والفراشة ذات الظهر الماسى، ويرقات رتبة حرشفية الأجنحة؛ الأمر الذى قلل كثيرًا من الحاجة إلى استعمال المبيدات الحشرية (عن Etoh ١٩٩٤).

وفى حالة القرعيات – وهى من المحاصيل الخلطية التلقيح – يتعين رفع الغطاء عن النباتات عند بداية مرحلة ظهور الأزهار المؤنثة.

ويذكر Natwick & Durazo (١٩٨٥) أن استخدام المبيدات الحشرية لم يجد فى مكافحة الذبابة البيضاء، والأمراض الفيروسية التى تنقلها إلى الكوسة فى كاليفورنيا. وبالمقارنة .. فقد أدى منع الذبابة البيضاء من الوصول إلى النباتات تمامًا – من بداية الإنبات حتى بداية عقد الثمار بتغطيتها بغطاء من البوليستر – إلى منع الإصابة بفيرس التفاف أوراق الكوسة كليًّا تقريبًا خلال مرحلة حرجة من النمو النباتى؛ مما أدى إلى زيادة المحصول بأكثر من ٢٠ ضعف، بالمقارنة بعدم التغطية.

وأوضحت الدراسات التى أجريت فى المكسيك إمكان خفض الإصابة بفيرس الالتفاف والتبرقش Curly Mottle Virus، وفيرس موزايك الزوكينى الأصفر فى البطيخ بنسبة ٨٠٪–١٠٠٪؛ باستعمال أغطية البوليسترين غير المنسوجة؛ علمًا بأن هذين الفيروسين ينتقلان بواسطة حشرة المنّ (The Agir Plastics Report – المجلد الثالث – العدد الثالث – سبتمبر ١٩٨٧).

وفى دولة الإمارات .. أدى استعمال أغطية البولى بروبلين (أجريل بى ١٧) لمدة ٣٨ يومًا من الزراعة – مقارنة بعدم استعمالها – مع الرش بالمبيدات الحشرية فى كلتا الحالتين إلى نقص نسبة النباتات المصابة بالاصفرار والتدهور على النحو التالى (وافى وآخرون ١٩٨٨):

عدد الأيام من الزراعة	الإصابة فى النباتات المغطاة (%)	الإصابة فى النباتات غير المغطاة (%)
٣٠	صفر	٢,٩
٧٠	٠,٥	٢٢,٦
نهاية الموسم	٣١	٥١,٠

هذا مع العلم بأن الاصفرار والتدهور مرض فيروسى ينتقل بواسطة الذبابة البيضاء، ويصيب مختلف القرعيات (Hassan & Duffus ١٩٩٠).

وفى إيطاليا .. وجد Tomassoli وآخرون (١٩٩٣) أن الغطاء غير المنسوج Lutrasil Thermoselect وفر حماية كافية لنباتات الكوسة من الإصابة بفيرس موزايك الزوكينى الاصفر، وفيرس موزايك الخيار اللذين ينتقلان بواسطة المنّ.

وإلى جانب الأغطية النباتية المصنوعة من البوليسترين والبولى بروبلين، فقد ظهرت – كذلك – أغطية طافية خفيفة الوزن مصنوعة من البوليثيلين Spunboded polyethylene row covers. وقد نجح استعمال هذه الأغطية – فى فلوريدا – فى حماية الكوسة من الإصابة بكل من الفيروسات التى ينقلها المنّ، والتلون الفضى الذى تحدثه تغذية الذبابة البيضاء، فضلاً على استبعاد الغطاء للمنّ، والذبابة البيضاء، وحشرات أخرى؛ الأمر الذى أدى إلى زيادة المحصول بدرجة كبيرة للغاية مقارنة بعدم التغطية، وكانت الزيادة فى المحصول أكبر عندما ترك الغطاء فى مكانه إلى ما بعد بداية الإزهار بمدة أسبوع واحد على الأقل (Webb & Linda ١٩٩٢).

وأدى استعمال أغطية البولى بروبلين النباتية إلى حماية نباتات الطماطم من كل من فيرس ذبول الطماطم المتبقع الذى ينقله إليها التربس، وفيرس موزايك الخيار والذى ينقله إليها المنّ (Pentangelo وآخرون ١٩٩٩).

كما أدى استعمال الأغطية النباتية الطافية لنباتات الكوسة بعد شتلها مباشرة ولمدة ١٨ يومًا فقط (حيث أُزيلت بعد ذلك للسماح بتلقيح النحل للأزهار) إلى زيادة المحصول بنسبة ٦٠٪ بسبب حماية الغطاء لها من الإصابة بالذبابة البيضاء التى تنقل لها فيروسات الجيمنى (Jensen وآخرون ١٩٩٩).

وفى دراسة أخرى .. أسهم استعمال الأغطية النباتية فى خفض أعداد الذبابة البيضاء بكفاءة عالية فى حقل الكوسة. هذا مع العلم بأن الغطاء النباتى ساعد — كذلك — فى رفع درجة الحرارة والرطوبة النسبية تحت الغطاء، الأمر الذى يساعد على زيادة سرعة تكاثر الذبابة فى حالة تواجدها تحت الغطاء؛ وهو ما قد يؤدى إلى نقص المحصول الصالح للتسويق ومتوسط وزن الثمرة (Qureshi وآخرون ٢٠٠٧).

كذلك أدى استعمال غطاء نباتى طافٍ agrotextile floating row cover يزن ١٠ جم/م٢ مع الجزر لمدة ٣٥ يومًا بعد الزراعة إلى خفض إصابته بسوسة الجزر *Listronotus oregonensis* بنسبة تراوحت بين ٦٥٪، و ٧٥٪؛ بما يعنى إمكان الاستغناء عن المكافحة الكيميائية لتلك الآفة فى حالات تواجدها القليل إلى المتوسط (Rekika وآخرون ٢٠٠٨).

تعد فترة الحماية من الحشرات الناقلة للفيروسات قبل الإزهار كافية لإنتاج محصول جيد من الكوسة. ولكن يتعين فى حالة القاوون الاهتمام بمكافحة تلك الحشرات بالوسائل الأخرى بعد رفع الغطاء نظرًا لأن ثمار القاوون يلزمها نحو ٣٥-٤٥ يومًا من العقد إلى حين وصولها إلى مرحلة اكتمال النضج الاستهلاكى. مقارنة بأيام قليلة فقط فى حالة الكوسة. وقد وجد Vaissiere & Froissart (١٩٩٦) أن استعمال الغطاء على شكل أنفاق مع فتح الأنفاق من أحد جوانبها عند بداية الإزهار سمح بحدوث تلقيح جيد، مع المحافظة فى الوقت ذاته على مستوى جوهرى من الحماية ضد الإصابة بالحشرات الناقلة للفيروسات.

وإلى جانب فائدة أغطية النباتات فى الحماية من الإصابات الفيروسية، فإن الشركات المنتجة لها (مثل: Sodoca، و Beghin Say، و Neuberger Spa) تذكر أنها تساعد كذلك على الإنبات السريع والمتجانس للبذور، كما تؤدى إلى زيادة المحصول

المبكر والكلى، وإطالة موسم نمو المحصول، وحمايته من الصقيع والطيور، وبعض الحشرات، وكذلك حمايته من الرياح القوية، والأضرار التى يحدثها تساقط الأمطار الغزيرة، وتهيئ بيئة مناسبة للنمو النباتى.

تغطية النباتات بشباك بيضاء طاردة للحشرات

أدى وضع شباك بوليثيلين بيضاء اللون — أعلى مستوى نباتات الفلفل بنحو ٥٠ سم — إلى خفض معدل إصابتها بفيرس موزايك الخيار وفيرس Y البطاطس اللذين ينقلهما المنّ. وكانت الشباك البيضاء أكثر فاعلية من كل من: الشباك الصفراء اللون، والشباك ذات اللون الرمادى الفاتح.

وأوضحت الدراسات أن استعمال شباك ذات فتحات بأبعاد ١٠ × ٣مم، وخيوط قطرها ١,٣مم — والتى تقلل الإضاءة بنحو ٢٠٪ – كان أفضل من غيرها؛ وذلك لانخفاض أسعارها، مع احتفاظها بفاعليتها فى طرد الحشرات الناقلة للفيروسات.

وقد كان متوسط أعداد المنّ فى مساحة ٣٠ × ٣٠سم هو ٦,٦ فردًا تحت الشباك البيضاء، مقارنة بنحو ٤٦,٠ فردًا تحت الشباك الصفراء، و ٥٥,٣ فردًا فى معاملة الشاهد بدون شباك.

وتؤدى الشباك دورًا مزدوجًا؛ فهى تطرد المنّ بما تعكسه من ضوء، كما أنها تخفى المحصول عن المنّ الذى لا يزيد مدى رؤيته على ٥٠ سم (عن Palti ١٩٨١).

التخلص من النباتات المصابة

يفيد هذا الإجراء — خاصة — فى الزراعات المحمية إذا اكتشفت الإصابة فى مرحلة مبكرة من النمو، وعندما يكون عدد النباتات المصابة قليلاً. ويعد هذا الإجراء ضروريًّا فى حالات الإصابة الفيروسية، كما يجب تطهير الأيدى قبل لمس النباتات السليمة. وتتوقف عملية إزالة النباتات المصابة إذا اكتشفت الإصابة بعد مرور أكثر من شهر ونصف إلى شهرين من الشتل؛ نظرًا لأن الإصابات المتأخرة تكون قليلة التأثير على المحصول.

دور الرطوبة الأرضية ومعدلات وطرق الرى

بصورة عامة .. نجد أن الرى بالتنقيط يقلل من فرصة انتشار الإصابات المرضية، بينما يعمل الرى بالغمر على انتقال جراثيم المسببات المرضية على امتداد خطوط الزراعة، ويزيد الرى بالرش من ابتلال الأوراق ويرفع الرطوبة النسبية حولها؛ مما يزيد من فرصة الإصابات المرضية (عن Isakeit & Philley ٢٠٠٧).

دور الرطوبة الأرضية والرى بالغمر وبالتنقيط

ترتبط المستويات المرتفعة من الرطوبة الأرضية — عادة — بزيادة شدة الإصابة بالأمراض؛ حيث تتوفر فى هذه الظروف أغشية من الرطوبة — حول حبيبات التربة — يمكن أن تتحرك فيها الجراثيم. كما أن التربة الغدقة تؤدى إلى إضعاف المجموع الجذرى؛ مما يؤدى إلى سهولة إصابته بالأمراض. وبالمقارنة .. فإن بعض الأمراض يناسبها جفاف التربة، كما يلى (عن Palti ١٩٨١، و Ristaino وآخرين ١٩٨٩):

المسبب المرضى	المرض	المحصول
أمراض يناسبها التربة الجافة		
Fusarium solani f. sp. *batatas*	عفن الساق	البطاطا
F. solani f. sp. *pisi*	عفن الجذر والساق	البسلة
Streptomyces ipomeae	الجدرى	البطاطا
S. scabies	الجرب العادى	البطاطس
Macrophomina phaseolina	العفن الفحمى	الفاصوليا والقطن
أمراض يناسبها التربة المبتلة		
Rhizoctonia solani	أعفان الجذور	عدة محاصيل
Thielaviopsis basicola	العفن الأسود	الفاصوليا
Sclerotium rolfsii	اللفحة الجنوبية	عدة محاصيل
Sclerotinia sclerotiorum	العفن القطنى	عدة محاصيل
Phytophthora parasitica	عفن فيتوفثورا الجذرى	الطماطم
Pythium sp.	أمراض البادرات	عدة محاصيل
Fusarium sp.	أمراض البادرات	عدة محاصيل
Phoma sp.	أمراض البادرات	عدة محاصيل
Rhizoctonia sp.	أمراض البادرات	عدة محاصيل

ونسوق من الدراسات التى أجريت عن تأثير الرطوبة الأرضية والرى بالغمر وبالتنقيط على انتشار الأمراض تلك التى يسببها الفطر *Phytophthora capsici*، وهى: مرض عفن الجذر والتاج الفيتوفثورى فى الفلفل، ومرض عفن جذور وثمار القرعيات.

وقد وُجِدَ فى الفلفل أن الرى بالغمر وزيادة الرطوبة الأرضية بأية وسيلة (بالرى بالتنقيط أو بسبب زيادة معدلات الأمطار) يؤدى إلى زيادة شدة الإصابة بالمرض. وفى المقابل .. ذُكِرَ أن الرى كل خطين — بدلاً من كل خط — يُسهم فى خفض حدة الإصابة بالفطر.

ويُستدل — كذلك — من دراسات Café-Filho & Duniway (١٩٩٥أ) على أن المرض يتناسب طرديًا مع معدل الرى بالغمر؛ حيث لم يؤثر الفطر على المحصول عند إجراء الرى كل ثلاثة أسابيع، بينما كان النقص فى المحصول معنويًا عند الرى كل أسبوع أو كل أسبوعين. وبالمقارنة .. لم يكن للرطوبة الأرضية تأثير يذكر على الإصابة بالمرض فى الأصناف المقاومة؛ حيث لم تحدث أية إصابة — أو كانت الإصابة قليلة للغاية — فى جميع معاملات الرى.

وفى دراسة أخرى .. وجد الباحثان (Café-Filho & Duniway ١٩٩٥ب) أن رى نباتات الكوسة بطريقة الغمر أسبوعيًا أدى إلى سرعة تطور مرض عفن الجذور والثمار وزيادة شدة الإصابة، مع نقص المحصول إلى ٤٠٪ من محصول معاملة الكنترول، وظهور أعراض الإصابة على نحو ٢٠٪ من محصول الثمار. وبالمقارنة .. لم يتأثر محصول المعاملات التى كانت تروى كل ١٤ أو ٢١ يومًا.

كذلك ازدادت إصابة الفاصوليا بالعفن الأبيض (*Sclerotinia sclerotiorum*) بزيادة معدلات الرى بالغمر (عن Scherm & Bruggen وآخرين ١٩٩٥).

وقد أدى اتباع طريقة الرى تحت السطحى — مع ما يتطلبه ذلك من تقليل حراثة الأرض إلى حدها الأدنى — إلى خفض إصابة الخس بالفطر *Sclerotinia minor* مسبب مرض سقوط الخس lettuce drop، وكذلك خفض إصابته بمرض الجذر الفلينى مقارنة بالوضع عند ريه سطحيًا من خلال قنوات الخطوط (Bell وآخرون ١٩٨٨).

وبينما لا يفيد الرى تحت السطحى للبطاطس فى التخلص من الإصابة بالفطر

Sclerotium rolfsii مسبب مرض عفن الساق — على الدوام، فإنه يعد أفضل من الرى بالرش الذى يساعد على زيادة معدل الإصابة بالفطر (Browne وآخرين ٢٠٠٢).

دور الرطوبة النسبية والرى بالرش

تنتشر عديد من المسببات المرضية عن طريق الرى بالرش؛ إما من خلال انتشار المسبب المرضى من على الأجزاء النباتية المصابة، وإما من خلال انتقاله مع التربة التى تتناثر بفعل مياه الرى، ومن هذه الأمراض ما يلى:

١- الجرب، والأنثراكنوز، والعفن الأسود فى القاوون (الكنتالوب).

٢- تبقع الأوراق الزاوى (*Pseudomonas lachrymans*) فى الخيار.

٣- اللفحة الهالية (*Pseudomonas phaseolicola*) واللفحة البكتيرية (*Xanthomonas phaseoli*)، والعفن الرمادى (*Botrytis cinerea*) فى الفاصوليا.

٤- اللفحة البكتيرية فى الفراولة.

٥- الأنثراكنوز (*Colletotrichum phomoides*)، واللفحة البكتيرية (*Xanthomonas vesicatoria*)، والنقط البكتيرية bacterial speck، وتبقع الأوراق الرمادى (*Stemphyllium botryosum* f. sp. *lycopersici*) فى الطماطم.

٦- الندوة المتأخرة (*Phytophthora infestans*) فى البطاطس.

٧- الندوة المبكرة، والعفن الأسود (*Xanthomonas campestris*)، وتدرن الجذور (*Plasmodiophora brassicae*) فى الصليبيات.

وعمومًا .. يزداد معدل الإصابة بأمراض النموات الخضرية — عادة — عند الرى بالرش؛ وذلك بسبب زيادة طول فترة ابتلال النباتات، وزيادة الرطوبة النسبية فى محيط النموات الخضرية، وزيادة معدل انتشار جراثيم الفطر برذاذ ماء الرش. ويتوقف مدى تأثير الرى على توقيته؛ فمثلاً .. يقل أثر الرى بالرش على الرطوبة النسبية فى محيط النباتات والإصابة بالندوة المتأخرة فى البطاطس عند إجراء الرى بعد الظهر أو فى المساء عما لو أجرى الرى صباحًا، وربما كان ذلك بسبب أن الجراثيم الاسبورانجية للفطر تنتج فى الصباح وتموت بفعل الحرارة العالية بعد الظهر.

كما أوضحت دراسات Scherm & Bruggen (١٩٩٥) زيادة معدلات إصابة الخس بمرض البياض الزغبي — الذى يسببه الفطر *Bremia lactucae* — فى حالة الرى بطريقة الرش عما فى حالة الرى تحت السطحى بالتنقيط، كذلك ازدادت عند الرى بالرش — مقارنة بالرى تحت السطحى بالتنقيط — فترة بقاء النباتات مبتلة، والرطوبة النسبية عالية فى محيط النباتات.

ويتفاعل تواجد الندى والرطوبة النسبية العالية مع الرى بالرش فى التأثير على تطور الإصابة بمختلف الأمراض، ويظهر هذا التفاعل بالنسبة لمرضى الندوة المبكرة والندوة المتأخرة — فى الطماطم — فى جدول (٢-٨).

جدول (٢-٨): تأثير كل من الندى والرى بالرش على الإصابة بكل من الندوة المبكرة (*Alternaria solani*) والندوة المتأخرة (*Phytophthora infestans*) فى الطماطم والبطاطس (عن Palti ١٩٨١).

الظروف البيئية	تطور الندوة المبكرة	تطور الندوة المتأخرة
جفاف تام مع غياب الندى	محدود عند الرى بالرش	لا تحدث إصابة
الحد الأدنى للرطوبة النسبية لا يزيد على ٣٥٪ – كثرة الندى ليلاً – انعدام الأمطار	يكفى الندى لحدوث الإصابة وتطور الوباء — ليس للرى بالرش أى تأثير	يلزم الرى بالرش لحدوث الإصابة وتطور الوباء
الحد الأدنى للرطوبة النسبية أعلى من ٦٠٪ – كثرة الندى ليلاً – انعدام المطر	يكفى الندى لحدوث الإصابة وتطور الوباء. ليس للرى بالرش أى تأثير	قد يكفى الندى لحدوث الإصابة، ولكن الرى بالرش يُسرع كثيرًا من حدوثها
الرطوبة النسبية دائمًا عالية – الندى غزير – انعدام المطر	يكفى الندى لحدوث الإصابة وتطور الوباء، ليس للرى بالرش أى تأثير	قد يكفى الندى وحده لحدوث الإصابة، ليست للرى بالرش أية أهمية.

هذا .. وقد وجد أن شدة إصابة البروكولى بالعفن الطرى البكتيرى — الذى تسببه البكتيريا *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* — تنخفض بإطالة الفترة بين الريات فى حالة الرى بالرش (Ludy وآخرون ١٩٩٧).

ويفيد استخدام سواتر بلاستيكية (Plastic Rain Shelters)، لحماية النباتات من الأمطار التى تعمل على انتشار الأمراض البكتيرية، فى المناطق والمواسم التى تشتد فيها

الأمطار؛ فمثلاً .. كان استخدام هذه السواتر أنجح وسيلة لحماية الطماطم من الإصابة بمرض البقع البكتيرية الذى تسببه البكتيريا (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* فى كولومبيا (Isshiki ١٩٩٤).

الأسمدة والتسميد

عرف تأثير مختلف العناصر الغذائية على شدة الإصابة ببعض الأمراض والحشرات، كما يتبين من المناقشة التالية:

الأسمدة الآزوتية

يؤدى استعمال مستويات عالية من الأسمدة الآزوتية إلى زيادة شدة الإصابة بالأمراض، كما أن لمصدر الآزوت أهمية مماثلة لكميته.

والاتجاه العام هو أن النيتروجين الأمونيومى يؤدى إلى زيادة شدة الإصابة بالأمراض عن النيتروجين النتراتى. مع وجود شواذ لهذه القاعدة.

ونجد أن فطريات الذبول الفيوزارى — وهى طفيليات تعيش فى نسيج الخشب، ويمكنها استعمال الآزوت النتراتى — نجد بالرغم من ذلك أن الإصابة بها تنخفض عند زيادة معدلات التسميد النتراتى.

ويحدث تأثير مماثل — كذلك — بالنسبة للأمراض التى تصيب النموات الخضرية؛ فتزيد شدة الإصابة بالأصداء والبياض الدقيقى بزيادة التسميد النتراتى، وتنخفض بزيادة التسميد النشادرى (عن Dixon ١٩٨١).

ويبين جدول (٢-٩) أمثلة خاصة بتأثير الأسمدة الآزوتية — بنوعيها الآزوتى والنشادرى — على شدة الإصابة بالأمراض فى محاصيل الخضر.

ومن الأمثلة الأخرى عن تأثير التسميد الآزوتى على الإصابة بالأمراض ما يلى:

فى البطاطس .. تكون الدرنات ذات المحتوى المرتفع من النيتروجين النتراتى أكثر قابلية للإصابة ببكتيريا العفن الطرى *Erwinia carotovora*، و *E. chrysanthemi*؛ ولذا .. فإن تخفيض معدلات التسميد الآزوتى يقلل الإصابة بالمرض فى المخازن، إلا أنه يقلل المحصول كذلك (Smid & Gorris ١٩٩٤).

وفى البروكولى .. تزداد الإصابة بأعفان الرؤوس — التى تسببها عدة أنواع من الجنسين *Pseudomonas*، و *Erwinia* — بزيادة معدلات التسميد الآزوتى من صفر إلى ١٩٦ كجم نيتروجينًا للهكتار (Everaarts ١٩٩٤).

ومن المعلوم — كذلك — أن التسميد الآزوتى الجيد يجعل البادرات — والنباتات عمومًا — أكثر جاذبية للإصابات الحشرية. وكمثال على ذلك .. أوضحت عديد من الدراسات أن الإصابة بخنفساء كلورادو *Leptinotarsa decemlineata* تزداد فى الطماطم مع زيادة التسميد الآزوتى. وقد وجد Hunt وآخرون (١٩٩٤) زيادة تفضيل الحشرة التغذية على بادرات الطماطم فى المشاتل مع زيادة تركيز النيتروجين بأوراق النباتات، ولكن لم يكن لتركيز الفوسفور أو البوتاسيوم أية تأثيرات.

جدول (٢-٩): تأثير نوعية السماد الآزوتى (نتراتى أم أمونيومى) على شدة الإصابة بالأمراض فى محاصيل الخضر (عن Palti ١٩٨١).

المحصول	المرض	المسبب	شدة الإصابة عند التسميد بآزوت نتراتى	نشادرى
الفاصوليا	عفن الجذور	*Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*	تنخفض	تزداد
	الذبول	*F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*	تنخفض	تزداد
الفول الرومى	التبقع البنى	*Botrytis fabae*	تنخفض	تزداد
البسلة	عفن الجذور	*Aphanomyces euteiches*	تنخفض	تزداد
	عفن الجذور	*Pythium* spp.	تزداد	تنخفض
عدة خضر	العفن الفحمى	*Macrophomina phaseolina*	تنخفض	تزداد
البطاطس	العفن الرايزكتونى	*Rhizoctonia solani*	تنخفض	تزداد
	الذبول	*Verticillium albo-atrum*	تزاد	تنخفض
	الجرب	*Streptomyces scabies*	تزداد	تنخفض
الطماطم	الذبول	*V. albo-atrum* & *V. dahliae*	تزداد	تنخفض
	الذبول	*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*	تنخفض	تزداد
	عفن الثمار والجذور	*Colletorichum phomoides*	تزداد	تنخفض
	الذبول البكتيرى	*Ralstonia solanacearum*	تزداد	تنخفض

الأسمدة البوتاسية

من المعروف أن التسميد البوتاسى يسهم فى خفض معدلات الإصابة بالأمراض. ومن أهم الأمراض التى تنخفض شدة الإصابة بها مع زيادة معدلات التسميد البوتاسى ما يلى (عن Palti ١٩٨١).

المحصول	المرض	المسبب المرضى
القاوون (الكنتالوب)	الذبول	*Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*
الطماطم	الندوة المبكرة	*Alternaria solani*
الكرنب	الاصفرار	*F. oxysporum* f. sp. *conglutinans*
القنبيط	البياض الزغبى	*Peronospora parasitica*
البسلة	عفن الجذور	*Aphanomyces euteiches*
الكاسافا	الذبول البكتيرى	*Xanthomonas manihotis*
فاصوليا الليما	اللفحة البكتيرية	*Pseudomonas syringae*

ويُعتقد أن الإصابة بأمراض الذبول تنخفض بزيادة معدلات التسميد البوتاسى؛ كما هى الحال بالنسبة لمرض الذبول الفيوزارى فى الطماطم، إلا أنه لم يكن للتسميد البوتاسى أية تأثيرات على كل من: ذبول فيرتسيليم (المتسبب عن الفطر *Verticillium albo-atrum*)، والذبول البكتيرى (المتسبب عن البكتيريا *Ralstonia solanacearum*)، والتسوس البكتيرى(*Clavibacter michiganensis* f. sp. *michiganesis*) فى الطماطم (عن Dixon ١٩٨١).

كذلك أوضحت دراسات Elad وآخرين (١٩٩٣) أن زيادة معدلات التسميد البوتاسى أدت إلى خفض شدة الإصابة بكل من الأمراض التالية:

المحصول	المرض	المسبب المرضى
الخيار	العفن الرمادى	*Botrytis cinerea*
الخيار	البياض الزغبى	*Pseudomonas cubensis*
الفلفل	العفن الرمادى	*B. cinerea*

ولكن لم يكن التسميد البوتاسى مؤثرًا على إصابة الخيار بمرض البياض الدقيقى (*Sphaerotheca fuliginea*)، أو على إصابة الباذنجان بمرض العفن الرمادى.

كما انخفضت حدة إصابة الطماطم فى المزارع اللاأرضية (تقنية الغشاء المغذى، ومزارع الصوف الصخرى) بمرض عفن الساق البكتيرى الذى تسببه البكتيريا *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* بزيادة نسبة البوتاسيوم إلى النيتروجين فى المحلول المغذى من ٣٠٠:٣٠٠ إلى ٤٨٠ : ١٢٠ (Dhanvantari & Papadopoulos ١٩٩٥).

الأسمدة الفوسفاتية

من المعروف أن زيادة التسميد الفوسفاتى تؤدى إلى انخفاض معدلات الإصابة بأعفان الجذور.

وقد أوضحت دراسات Davis وآخرين (١٩٩٤) أن إصابة البطاطس بفطر *Verticillium dahliae* المسبب لمرض ذبول فيرتسيليم تنخفض، ويزداد محصول البطاطس بزيادة معدلات التسميد الفوسفاتى إلى ٢٤٠ كجم فوسفورًا للهكتار (١٠٠ جم للفدان). وكان أعلى محصول من الدرنات عندما كان التسميد بمعدل ٣٠٠ كجم نيتروجينًا مع ٢٤٠ كجم فوسفورًا للهكتار (٢٣٨ كجم نيتروجين، و ١٠٠ كجم فوسفور للفدان).

وفى البصل .. تساعد زيادة معدلات التسميد بسوبر فوسفات الكالسيوم والأسمدة البوتاسية، والاعتدال فى التسميد الآزوتى فى مكافحة اللطعة الأرجوانية (Maude ١٩٠٠).

التسميد بالكالسيوم

يُعرف أكثر من ٣٠ عيبًا فسيولوجيًا فى محاصيل الخضر والفاكهة ترجع إلى نقص عنصر الكالسيوم، ولكن ما يهمنا فى هذا المقام هو أن الكالسيوم يزيد — كذلك — من مقاومة الأنسجة النباتية لعديد من الأمراض الحقلية؛ مثل ذبول فيرتسيليم فى الطماطم، والأمراض التى تصيب النباتات بعد الحصاد؛ مثل الإصابات السطحية لدرنات البطاطس بالبكتيريا *Erwinia carotovora* pv. atroseptica (عن Conway وآخرين ١٩٩٤).

دور مبيدات الحشائش

ما يهمنا فى هذا المقام هو الدور المباشر الذى تلعبه مبيدات الحشائش فى التأثير على مسببات الأمراض، وخاصة تلك التى تعيش مترممة فى التربة، وليس دورها غير المباشر

من خلال مكافحتها للحشائش التى تأوى الآفات ومسببات الأمراض. هذا .. إلا أن التأثير المباشر لمبيدات الحشائش لا يكون — دائمًا إيجابيًّا — بالنسبة لمكافحة مسببات الأمراض؛ كما يتبين من جدول (٢–١٠).

جدول (٢–١٠): أمثلة لبعض حالات التفاعلات بين مبيدات الحشائش ومسببات الأمراض التى تعيش فى التربة (عن Palti ١٩٨١).

تأثير مبيد الحشائش	المحصول والمرض	المسبب المرضى	المبيد المستعمل
تأثير مباشر على المسبب المرضى			
تحفيز النمو	أعفان الساق فى محاصيل متنوعة	*Sclerotium rolfsii*	أترازين — ترفلورالين
	ذبول القطن	*Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*	أترازين — برومترين
تثبيط النمو	عفن الرقبة فى محاصيل متنوعة	*Phytophthora cactorum*	2,4-D
	جرب البطاطس	*Streptomyces scabies*	2,4-D ester
التأثير على قابلية العائل للإصابة			
زيادة القابلية للإصابة	تساقط البادرات فى القطن	*Rhizoctonia solani*	ترافلورالين
	ذبول الطماطم	*F. oxysporum* f. sp. lycopersici	الماليك هيدرازيد
نقص القابلية للإصابة	ذبول الطماطم	*F. o.* f. sp. *lycopersici*	T.C.A. — بروفام
التأثير على العلاقة بين المسبب المرضى والكائنات الدقيقة فى التربة			
تثبيط المسبب المرضى بزيادة نشاط الكائنات الدقيقة فى التربة		*Sclerotium rolfsii*	السيمازين
		Fusarium spp.	لنورون — دايرون
تثبيط نشاط الكائنات الدقيقة مع زيادة نشاط المسبب المرضى	تساقط البادرات فى القطن والفلفل	*Rhizoctonia solani*	ترفلورالين — داى فيناميد

دور مضادات النتح

تُعامل محاصيل الخضر بمضادات النتح Antranspirants بهدف زيادة قدرتها على تحمل الشتل، ونقص الرطوبة الأرضية، كما أنها تفيد فى حماية النباتات من بعض الإصابات المرضية.

فمثلاً .. يستعمل فى الصين — على نطاق واسع — مضاد النتح GMZ الذى أثبت

فاعلية فائقة في الحماية من الإصابات بعديد من الأمراض في محاصيل الخضر، كما يلي:

المحصول	المرض	المسبب المرضى
الطماطم	الندوة المبكرة	*Alternaria solani*
	تبقع الأوراق السبتورى	*Septoria lycopersici*
الخيار	البياض الزغبى	*Pseudoperonospora cubensis*
	البياض الدقيقى	*Sphaerotheca fuliginea*
البطيخ	الأنثراكنوز	*Colletotrichum lagenarium*
البنجر	تبقع الأوراق السركسبورى	*Cercopora beticola*
الأسبرجس	لفحة الساق	*Phoma asparagi*

وكان تأثير مضاد النتح — فى بعض الدراسات — مماثلاً لتأثير المبيدات التى رشت بها النباتات للمقارنة.

كذلك أثبت مضاد النتح GMZ فاعلية ضد الإصابة بالأكاروس، وبعض الحشرات مثل التربس فى الموالح والخوخ (عن Han ١٩٩٠).

المكافحة الميكانيكية للحشرات

أمكن مكافحة عديد من الحشرات الصغيرة فى حقول الفراولة بواسطة شفطها بجهاز يسير ويدار ذاتيًا يطلق عليه اسم بيوفاك Biovac، وهو جهاز صُمِّمَ خصيصًا للفراولة؛ حيث يخلص النباتات من الجزء الأكبر من تلك الحشرات. ويوصى بعدم استعمال الجهاز بين الساعة الثامنة صباحًا والسادسة مساءً وهى الفترة التى ينشط فيها النحل؛ ذلك لأن مروره فى وجود النحل — فى أحد الاختبارات — أدى إلى طيران ١٩٪ فقط من أفراد النحل، ومن بين الأعداد المتبقية .. شفط الجهاز ٦١٪ منها، بينما تعلقت الباقيات (٣٩٪) بالنباتات (Chiasson وآخرون ١٩٩٧).

كما أمكن خفض أعداد عديد من الحشرات — مثل الذبابة البيضاء والمنّ، و *Empoasca* spp. — بمعدلات تراوحت بين ٥٠٪، و ٧٥٪ بطريق الشفط الهوائى من أعلى المصاطب بعد تحريك تلك الحشرات من أماكنها بالأوراق بدفع تيار هوائى قوى

من جانبى المصطبة. أما صانعات الأنفاق فلم تكن تلك الطريقة مؤثرة معها بسبب قدرتها القوية على الطيران (Weintraub وآخرون ١٩٩٦).

وقد أمكن بتلك الطريقة تقليص أعداد الذبابة البيضاء فى حقول الكنتالوب بنسبة ٣٠٪ إلى ٦٠٪ عن طريق شفطها. أجرى ذلك بتركيب وحدة على الجرار تقوم أثناء سيره على مصاطب الكنتالوب بدفع تيار هواء قوى على جانبى المصطبة نحو النباتات فى الوقت الذى يتم فيه شفط الهواء بالتفريغ من أعلى النباتات (Weintraub & Horowitz ١٩٩٩).

الفصل الثالث

استعمال بدائل المبيدات فى مكافحة الأمراض

على الرغم من أن مصطلح "بدائل المبيدات" يمكن أن يتسع ليتضمن كافة وسائل المكافحة بغير المبيدات (بما فى ذلك مختلف الأساليب الزراعية والمكافحة البيولوجية ووسائل حث المقاومة الجهازية سواء أكانت تلك الوسائل بيولوجية، أم كيميائية) .. فإننا نقصر مناقشتنا هنا على بدائل المبيدات التى تعامل بها النباتات رشًّا أو عن طريق التربة — مثل المبيدات — ولكنها لا تعد من المبيدات، ولا تحتوى على كائنات دقيقة، وليس لاستعمالها تأثيرات سلبية على البيئة والإنسان والحيوانات الزراعية والحياة البرية، مثلما تؤثر المبيدات.

المستخلصات النباتية

إن المستخلصات النباتية المستعملة فى مكافحة المسببات المرضية كثيرة جدًّا ومتنوعة، وهى تحتوى — غالبًا — على زيوت قد تكون أساسية essential oils. أو نباتية vegetable oils، وقد يرجع تأثيرها إلى ما تحتويه من زيوت، أو إلى ما قد يتواجد فيها من مركبات طبيعية مضادة للمسببات المرضية أو حاثة لتنشيط الجهاز الدفاعى النباتى. ودونما تمييز بين محتوى المستخلصات من زيوت أو مركبات مضادة أو حاثة، فإننا نناقش تأثيرها هنا على المجموعات الرئيسية من المسببات المرضية. وهى الفطريات، والبكتيريا، والفيروسات.

استعمال المستخلصات النباتية فى مكافحة الفطريات

من بين الدراسات الهامة فى هذا المجال ما يلى:

● وُجِدَ أن مستخلص أوراق نبات *Reynoutria sachalinensis* شديد الفاعلية فى مكافحة فطر *Sphaerotheca fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى فى القرعيات، وكذلك مكافحة البياض الدقيقى فى كل من الطماطم والتفاح والبيجونيا، وتم إنتاج مستخلصات مركزة تجارية (Milsana flüsig) منها لهذا الغرض.

وقد أدى رش الخيار – أسبوعيًّا – بهذا المستخلص بتركيز ٢٪ إلى مكافحة مرض البياض الدقيقى (*S. fuliginea*) بنفس كفاءة مبيد البينوميل. وجعلت المعاملة أوراق الخيار أكثر اخضرًا ولمعانًا.

ومن التأثيرات الجانبية الأخرى للمعاملة بهذا المستخلص أنه يزيد من تركيز الكلوروفيل، كما يزيد من نشاط بعض الإنزيمات؛ مثل: peroxidase، و β-1,3-glucanase وأيضًا يؤدى إلى زيادة إنتاج الإثيلين.

ويبدو أن المستخلص التجارى Milsana flüsing يؤدى بصورة غير مباشرة إلى زيادة مقاومة النباتات لفطريات البياض الدقيقى (Daayf وآخرون ١٩٩٥)، وذلك من خلال إحداثه لمقاومة موضعية. وبدا أن تكوين مركبات فينولية كان له علاقة بالمقاومة التى أحدثتها المعاملة (Wurms وآخرون ١٩٩٩).

فقد أدت معاملة نباتات الخيار بمستخلص أوراق نبات الملسانا milsana (أو الـ knot weed الذى يتبع عائلة Polygonaceae ويعرف بالاسم العلمى *Reynoutria sachalinensis*) .. أدت المعاملة به إلى إنتاج نباتات الخيار لكل من المواد الفينولية التالية:

caffeic acid	para-coumaric acid
para-coumaric acid methylester	ferulic acid

كان إنتاج تلك الفينولات فى كل من الأصناف القابلة للإصابة والأصناف المقاومة للبياض الدقيقى. وقد أظهرت تلك المركبات نشاطًا مضادًا لفطريات *Botrytis cinerea*، و *Pythium ultimum*، و *P. aphanidermatum*. لذا .. يعتقد بأن المعاملة بمستخلص أوراق المِلسانا أدت إلى حث الخيار لتكوين مركبات مضادة للفطريات عملت على تثبيط الإصابة بالبياض الدقيقى دون أن يكون لذلك علاقة بالمقاومة الوراثية للمرض (Daayf وآخرون ٢٠٠٠).

● أوضحت دراسات Haberle & Schlösser (١٩٩٣) على الخيار أن رش النباتات بالتلميون Telmion (وهو منتج يحتوى على ٨٥٪ من زيت بذور لفت الزيت) أدى إلى مكافحة الفطر *Sphaerotheca fuliginea* بنسبة تزيد على ٩٠٪.

● وكذلك حققت الزيوت البستانية مع المواد الناشرة مكافحة جيدة لكل من فطر البياض الدقيقي *Leveillula taurica*، وفطر *Altermaria alternata* في الفلفل (Ziv وآخرون ١٩٩٤).

● أمكن خفض شدة الإصابة بالبياض الدقيقي في البسلة بأي من التحضيرين أجوين ajoene وهو مستخلص من الثوم، ونيمازال neemazal وهو مستخلص من النيم *Azadirachta indica*. وقد تراوحت التركيزات المستعملة بين ١٠٠–٧٥٠، و ٥٠–٢٥٠ جزء في المليون للمركبين على التوالي (Prithiviraj وآخرون ١٩٩٨).

● وجد كذلك أن مستخلصات بعض النباتات الطحلبية liverworts (من الـ Bryophytes)، مثل: *Bazzani trilobata*، و *Diplophyllum albicans* تؤدي عند رشها على نباتات الطماطم إلى حمايتها — بعد المعاملة بخمسة أيام — من الإصابة بالفطر *Phytophthora infestans* مسبب مرض الندوة المتأخرة؛ بما يعني أنها تستحث المقاومة في النباتات (Mekuria وآخرون ١٩٩٩).

● وجد أن المستخلص المائي لنبات *Robinia pseudoacacia* Linn1 يحتوي على مركبين نشطين بيولوجيًّا يلعبان دورًا في مكافحة الفطر *Sphaerotheca fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقي في الخيار عند رش نباتات الخيار بهما (Zhang وآخرون ٢٠٠٨).

● أدت معاملة نباتات الفلفل — عن طريق التربة — بمستخلص حشيشتي البحر: *Stokeyia indica*، و *Solieria robusta* وحدهما، أو مع البكتيريا *Pseudomonas aeruginosa* — وهي من بكتيريا المحيط الجذري المنشطة للنمو — إلى تثبيط إصابة جذور الفلفل بفطريات الجذور *Macrophomina phaseolina*، و *Rhizoctonia solani*، و *Fusarium solani*، ونيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica*. كذلك أحدثت المعاملة بحشائش البحر والبكتيريا منفردتين ومجتمعتين زيادة في قوة نمو نباتات الفلفل (Sultana وآخرون ٢٠٠٨).

● تُعد الشجرة *Ginkgo biloba* — التي تنمو في الصين — هي النبات المتبقي الوحيد من العائلة Ginkgoaceae. اسُتخلِص من ثمار هذه الشجرة مركب أُطلق عليه اسم

جنكول ginkol تميز بقدرته العالية على قتل النموات الفطرية. وقد أمكن تمثيل هذا المركب (وهو 2-allylphenol) صناعيًّا وُحضر منه المبيد الفطرى Yinguo 10% EC الذى يحتوى على ١٠٪ مستخلص مركز من الجنكول المحضر صناعيًّا. أظهر هذا المبيد قدرة على مكافحة الفطرين *Botrytis cinerea*، و *Alternaria solani* عن المبيد الفطرى iprodione. وقد أظهرت الدراسات على الطماطم أن فترة نصف الحياة للمركب 2-allylphenol هى ستة أيام، وتكون متبقياته فى ثمار الطماطم عند الحصاد ٠,٢٦ جزءًا فى المليون (Meng وآخرون ٢٠٠٧).

● أمكن استخلاص زيت من النبات الأسترالى الموطن *Melaleuca alternifolia* يحتوى على أكثر من ١٠٠ مركب معظمها من الـ monoterpenes والـ sesquiterpenes والكحولات. وقد حُضر من هذا المنتج عند رشه على النباتات بتركيز ٠,٥٪ إلى ١٪ مكافحة جيدة لعدد كبير من الأمراض الفطرية، منها كلاً من البياض الزغبى والبياض الدقيقى؛ هذا فى الوقت الذى لم يكن فيه للتيموركس أى تأثير سلبى على عشائر الأعداء الطبيعية (Reuveni وآخرون — Biomar Israel Ltd — الإنترنت — ٢٠٠٧).

● أخْتبرَ معمليًّا تأثير مستخلصات ٣٤٥ نوعًا نباتيًّا، و ٤٩ زيتًا أساسيًّا على الفطر *Botrytis cinerea*. ولقد أظهر ١٣ مستخلصًا نباتيًّا منها — معظمها من جنسى *Allium*، و *Capsicum* — أقوى تأثير. ومن بين الزيوت الأساسية التى اختبر تأثيرها .. كان أقواها ضد الفطر زيوت الـ palmarosa (وهو: *Cymbopogon martini*)، والزعتر الأحمر (*Thymus zygis*) والقرفة (*Cinnamomum zelyanicum*)، والـ clove (وهو *Eugenia carophyllata*). ولقد كانت أكثر مكونات الزيوت تواجدًا وأقواها تأثيرًا ضد الفطر D-limonene، و cincole، و β-myrcene، و α-pinene، و β-pinene، و camphor (Wilson وآخرون ١٩٩٧).

● أظهر الزيت الأساسى لنبات *Hyptis suaveolens* (وهو حشيشة عشبية حولية تنمو بريًّا فى الهند) نشاطًا معنويًّا مضادًا لفطريات التربة *Rhizoctonia solani*، و *Corticium rolfsii*، و *Sclerotinia sclerotiorum*. ولقد أدت المعاملة بالزيت إلى الحد بشدة من إنبات الجراثيم الأسكية للفطر *S. sclerotiorum* وصل إلى ١٠٠٪ تقريبًا

عند تركيز ١٠٠٠ جزء فى المليون للزيت. كذلك أدت المعاملة بالزيت مع فطر الميكوريزا *Trichoderma harzianum* إلى مكافحة الذبول وأعفان الجذور لنبات *Brassica oleracea* var. *gongylodes* التى يسببها الفطر *S. sclerotiorum*. وقد أثَّرت المعاملة بالزيت على نمو الميسيليوم دون أن تؤثر على حيوية الأجسام الحجرية لأى من الفطريات الثلاثة (Singh & Handique ١٩٩٧).

● تعتمد استراتيجية مكافحة العفن الأبيض فى البصل والثوم الذى يسببه الفطر *Sclerotium cepivorum* على خفض أعداد الأجسام الحجرية للفطر فى التربة. ونجد تحت الظروف الطبيعية أن الأجسام الحجرية للفطر تنبت وتُحدِث الإصابة استجابة لمنبهات كيميائية خاصة تفرزها جذور العائل. وتعد الـ alkenyl L-cystein sufoxides التى تتواجد بإفرازات جذور الثوميات هى المواد الأولية للمركبات المتطايرة allyl sulfides، و propyl sulfides التى تحفز إنبات الأجسام الحجرية.

هذا إلاّ أنه يمكن تحفيز إنبات الأجسام الحجرية للفطر – كذلك – بكل من زيتى البصل والثوم اللذان يحتويان على مركبات مشابهة لتلك التى توجد فى إفرازات الجذور. وإلى جانب تلك المنتجات الطبيعية فقد أمكن الحصول على مركبات منبهة لإنبات الأجسام الحجرية من البترول؛ منها المركب diallyl disulfide (اختصارًا: DADS)، الذى يُعدُّ الناتج الرئيسى لتحلل الأليسين Alicin الذى يوجد ضمن إفرازات جذور البصل والثوم ويحفز إنبات الأجسام الحجرية (عن Hovius & McDonald ٢٠٠٢).

● نظرًا لأن الأجسام الحجرية للفطر *Sclerotium cepivorum* – مسبب مرض العفن الأبيض فى البصل والثوم – تنبت استجابة لإفرازات من مركبات كبريتية متطايرة وثيولات thiols من جذور الثوميات alliums، فإن معاملة التربة بمثل هذه المركبات فى غياب المحاصيل العائلة للفطر يؤدى إلى إنبات الأجسام الحجرية ثم موتها بعد استنفاذ مخزونها الغذائى.

● وقد أدت معاملة التربة بمسحوق الثوم أو بزيت ثوم مخلق يتكون من diallyl

disulfide (اختصارًا: DADS) إلى موت أكثر من ٩٠٪ من الأجسام الحجرية للفطر فى خلال ثلاثة شهور من المعاملة، وكانت هذه النتيجة مماثلة لتلك التى حققتها معاملة التربة ببروميد الميثايل. ولقد كان مستوى إهلاك الأجسام الحجرية الذى حققته المعاملة بمسحوق الثوم بمعدل ١١٢ كجم للهكتار (٤٧ كجم للفدان) مماثلاً لذلك الذى حققته المعاملة بالـ diallyl disulfide بمعدل ٠,٥ مل/م٢ (٢,١ لتر/فدان) أو المعاملة ببروميد الميثايل بمعدل ٤٤٨ كجم للهكتار (١٨٨ كجم للفدان).

وعلى الرغم من الخفض الشديد الذى حققته تلك المعاملات فى أعداد الأجسام الحجرية للفطر، فإن الفطر المرض سبب أضرارًا جسيمة فى النمو النباتى ومحصول الثوم الذى زرع فى نفس الحقل بعد عام واحد من إجراء المعاملات (Davis وآخرون ٢٠٠٧).

- كذلك كان لمستخلص الثوم تأثير قاتل على عديد من فطريات التربة (فطريات من أجناس *Pythium*، و *Phytophthora*، و *Rhizoctonia*، و *Fusarium*، و *Thielaviopsis*)؛ ولكن التركيز المؤثر كان — بصورة عامة — عاليًا وتراوح بالنسبة لمختلف الفطريات بين ١٠٪، و ٣٥٪ من المستخلص (Sealy وآخرون ٢٠٠٧).

ومن بين المستخلصات النباتية التجارية المستعملة فى مكافحة الأمراض الفطرية، ما يلى:

المنتَج التجارى	الأمراض وطريقة الاستعمال	الشركة المنتِجة أو الموزع
تيمور Timor	البياض الدقيقى فى كل من القرعيات والطماطم والفلفل والجزر بتركيز ٠,٥–١,٠٪	Biomar
تيموركس Timorex	البياض الدقيقى فى القرعيات والطماطم والفلفل والجزر والأعشاب والبياض الزغبى فى القرعيات بتركيز ٠,٥–١,٠٪، والندوة المبكرة فى البطاطس بتركيز ١٪.	Biomar
بيمونكس Pimonex	الندوتان المبكرة والمتأخرة فى البطاطس	Biomar
مِلسانا Milsan	البياض الدقيقى فى القرعيات بتركيز ٢٪	
تلميون Telmion	البياض الدقيقى فى القرعيات	

استعمال المستخلصات النباتية فى مكافحة البكتيريا

اختبر تأثير الزيوت الأساسية ومكوناتها الرئيسية لعدد من النباتات على ٢٥ جنسًا مختلفًا من البكتيريا شملت مسببات مرضية نباتية وحيوانية ومحدثات سموم ومتلفات للأغذية. وقد شملت قائمة الزيوت كلاً من: الفلفل الأسود *Piper nigrum*، والقرنفل *Syzygium aromaticum*، والجيرانيم *Pelargonium graveolens*، وجوز الطيب *Myristica fragrans*، والأوريجانو oregano وهو *Origanum vulgare* spp. *hirtum*، والزعتر *Thymus vulgaris*. ولقد أظهرت جميع الزيوت الأساسية تأثيرات مثبطة قوية ضد جميع الأنواع البكتيرية، وتباينت مكوناتها الرئيسية فى هذا الشأن (Dorman & Deans ٢٠٠٠).

وأدى تحميل نبات إبرة الراعى (الجيرانيم) *Geranium pratense* مع البطاطس، أو معاملة التربة بمسحوق جذور الجيرانيم الجافة أو بمستخلصها الميثانولى إلى خفض إصابة البطاطس بالجرب العادى الذى تسببه البكتيريا *Streptomyces scabies*. ولقد وجد أن الجذور الجافة للجيرانيم تحتوى على ١٥٪ جيرانين geraniin، وأن نشاطه المضاد للميكروبات يعادل ١,٢٥٪ من نشاط الاستربتومايسين streptomycin (Ushiki وآخرون ١٩٩٨).

استعمال المستخلصات النباتية فى مكافحة الفيروسات

وجد أن معاملة الأوراق السفلى للنباتات — رشًا أو بالحك — بمستخلص أوراق النبات *Clerodendrum aculeatum* يستحث فى النباتات تطوير مستوى عالٍ من المقاومة الجهازية ضد الإصابات الفيروسية من خلال إنتاجها — بعد المعاملة بمستخلص النبات — لعامل مثبط للفيروسات virus inhibitory agent.

فقد أدى رش نباتات فاصوليا المنج *Vigna radiata* بمستخلص نبات *C. aculeatum* إلى تقليل إصابتها بفيرس موزايك فاصوليا المنج الأصفر، حيث كانت النباتات المعاملة إما عديمة الأعراض أو ظهرت عليها أعراض طفيفة للإصابة بالفيرس مقارنة بأعراض شديدة ظهرت على نباتات الكنترول. كذلك أعطت معاملة التربة بمسحوق جاف لأوراق *C. aculeatum* نتيجة مماثلة لتلك المتحصل عليها بالرش بمستخلص النبات (Verma & Singh ١٩٩٤).

ولقد أمكن تنقية وعزل المركب الموجود فى أوراق نبات *C. aculeatum*، وتبين أنه بروتين ذات كتلة جزيئية مقدرها ٣٤ كيلو دالتون. ولقد أدت معاملة النباتات بهذا البروتين إلى حثها إلى تطوير مقاومة عالية جدًا ضد الإصابات الفيروسية. وأمكن ملاحظة تلك الحالة بعد ساعات قليلة من عدوى النباتات بالفيرس، حيث كانت البقع المرضية إما أقل عددًا، وإما غائبة تمامًا. وتبعًا للنوع النباتى، فإن الحد الأدنى للوقت الذى لزم مروره لظهور المقاومة الجهازية فى الأوراق غير المعاملة بالنباتات القابلة للإصابة تراوح بين ٥ دقائق وثلاثون دقيقة (Verma وآخرون ١٩٩٦).

كما أدى رش نباتات الطماطم بأى من الزيوت الأساسية geraniol (وهو monoterpene يمثل مكون رئيسى لعدد من الزيوت الأساسية)، وزيت الـ lemongrass (وهو *Cymbopogon flexuosus*)، و زيت الـ tee tree (وهو *Melaleuca alternifolii*)، مع الكاولين kaolin — الذى يكون غشاء على سطح الورقة — إلى حماية النباتات من الإصابة بفيرس ذبول وتبقع أوراق الطماطم (Reitz وآخرون ٢٠٠٨).

وإلى جانب التأثير المباشر لمركبات الـ limonoids — مثل الـ azadirachtin — التى توجد فى زيت النيم — فى مكافحة الحشرات، فإن زيت النيم — مثل أى زيت آخر يستعمل فى المجال الزراعى — يفيد — كذلك — فى إعاقة اكتساب المنّ للفيروسات التى تنقلها، وقد ظهر ذلك التأثير فى تثبيط زيت النيم لانتقال فيرس واى البطاطس فى الفلفل بواسطة المنّ *Myzus persicae* (Lowery وآخرون ١٩٩٧).

الزيوت المعدنية

إن الزيوت المعدنية تتوفر — عالميًا — تحت عديد من الأسماء التجارية ونتناولها بالتفصيل تحت بدائل المبيدات المستخدمة فى مكافحة الحشرات، إلاّ أنها تفيد — كذلك — كثيرًا فى الحد من انتشار الفيروسات غير المتبقية التى تنقلها الحشرات.

ويلاحظ — بشأن استخدام الزيوت لهذا الغرض — ما يلى:

١- جرت محاولات لاستعمال عدة أنواع من الزيوت فى منع انتقال الفيروسات؛ منها زيوت الطعام، والزيوت المعدنية.

٢- كانت الزيوت المعدنية أكثرها كفاءة، ومن أمثلة الزيوت المعدنية التى نجح استعمالها فى محاصيل الخضر كل من:

Sunspray 7E　　Sunspray 6E

JM5 Stylet-Oil

تستعمل هذه الزيوت — عادة — بتركيز ٠,٧٥٪، ويجب رشها تحت ضغط عال (٤٠٠ رطل/بوصة مربعة أو نحو ٢٨ كجم/سم٢)، مع استعمال بشابير (بزابيز) خاصة (أكثرها شيوعًا البشابير TX-4، و TXVS-5). وللحصول على أفضل النتائج يجب أن يكون قطر قطرات الزيت الخارجة من الرشاشة حوالى ٠,٢مم.

٣- يجب تحديد التخفيف المناسب من كل زيت لكل محصول، تجنبًا لما قد يكون للزيوت من تأثيرات سامة على النباتات.

٤ — لا تعرف — على وجه الدقة — كيفية تأثير الزيوت على منع الانتقال الحشرى للفيروسات. ولكن من المعروف — فى حالة الفيروسات غير المتبقية التى ينقلها المنّ — أن الزيوت تعوق كلا من: عمليتى اكتساب الفيرس، ونقله إلى النباتات.

وقد وجد أن الزيوت تتجمع فى الشقوق الدقيقة بين خلايا البشرة، وهى نفس المنطقة التى تتغذى فيها حشرة المنّ. وعندما تتغذى الحشرة تتلوث أجزاء الفم الثاقبة الماصة بالزيت، ومن هذه اللحظة تتوقف قدرتها على التقاط الفيرس، أو نقله، أو إحداث إصابة جديدة.

٥- ثبت فاعلية الزيوت فى تقليل انتقال الفيروسات غير المتبقية، ونصف المتبقية، والمتبقية التى ينقلها المنّ، والفيروسات التى تنقلها الذبابة البيضاء.

٦- استخدمت الزيوت بنجاح على نطاق تجارى فى إنتاج كل من: الفلفل، والكوسة، والطماطم فى الولايات المتحدة وبعض الدول الأخرى.

٧- عند استخدام الزيوت فى مكافحة المنّ يجب الاستمرار فى رش النباتات بصفة دورية حتى الحصاد، كما يجب أن يغطى الرش جميع أجزاء النبات؛ لأن الزيت يعطى وقاية فقط ولا يقتل الحشرة، كما يجب أن يكون الرش كل خمسة أيام فى الأوقات التى تكثر فيها الأطوار المجنحة، وكل سبعة أيام فى النباتات السريعة النمو كالقرعيات والطماطم.

٨- يجب تجنب الرش عندما تنخفض الحرارة عن ١٥°م (JMS Flower Farms ١٩٦٩، و Green ١٩٩١).

ومن بين الدراسات التى أجريت فى هذا الشأن ما يلى:

- درس Webb & Linda (١٩٩٣) تأثير الرش بالزيت المعدنى JMS Stylet Oil على انتشار عدد من فيروسات القرعيات التى تنتقل بواسطة المنّ (هى: فيرس موزايك البطيخ رقم ٢، وفيرس موزايك الزوكينى الأصفر، وفيرس تبقع الباباظ الحلقى طراز W) فى البطيخ. وقد توصل الباحثان من دراستهما إلى أن المعاملة بالزيت قد تفيد فى تأخير الإصابات عندما تكون مصادر الإصابة بالفيرس محدودة.
- كما درس Marco (١٩٩٣) تأثير المعاملة بالزيت على انتشار الإصابة بفيرس Y البطاطس، وفيرس موزايك الخيار فى الفلفل، ووجد أن الرش بالزيت المعدنى Virol — منفردًا — بتركيز ١٪ أحدث نقصًا قدره حوالى ٤٠٪ فى الإصابة الفيروسية مقارنة بمعاملة الشاهد.
- أدى رش الكنتالوب بالزيت المعدنى JMS Stylet Oil إلى تقليل انتشار الفيروسات التى ينقلها المنّ (فيرس موزايك البطيخ رقم ٢، وفيرس موزايك الخيار) عندما كان تواجد الفيرس منخفضًا ابتداءً، على الرغم من عدم تأثر المنّ ذاته بالزيت المعدنى (Umesh وآخرون ١٩٩٥).

كان الرش الدورى كل أربعة أيام بالزيت المعدنى JMS Stylet Oil فعالاً فى حماية الكوسة من الإصابة بالبياض الدقيقى (McGrath & Shishkoff ٢٠٠٠).

استخدام المستخلصات البترولية فى تحفيز الإنبات الانتحارى للأجسام الحجرية

بمجرد أن تنبت الأجسام الحجرية للفطر *S. cepivorum*، فإن الميسيليوم الناتج يصبح عرضة للإصابة بالكائنات الدقيقة والتحلل. وفى غياب العائل يموت الميسيليوم دون أن يتكاثر. وهذا ما يحققه تحفيز إنبات الأجسام الحجرية للفطر بواسطة المنتجات الطبيعية أو المشتقة من البترول قبل زراعة المحصول القابل للإصابة، وهو ما يعرف بالإنبات الانتحارى.

لقد وجد أن المعاملة بإفرازات جذور البصل أو بمستخلصات الثوميات أدت إلى إنبات حتى ٦٠٪ من الأجسام الحجرية للفطر فى خلال ٤٥ يومًا من المعاملة.

كذلك أدت المعاملة بالمركب البترولى DADS خلال سنتين متتاليتين إلى عدم إمكان عزل أى أجسام حجرية حية للفطر فى التربة مع خفض الإصابة بالمرض فى الثوم بنسبة ٨٤٪ –١٠٠٪، وحدوث خفض جوهرى آخر فى إصابة البصل بالمرض.

ويجب أن تتم المعاملة بتلك المركبات الطبيعية والبترولية عندما تكون الظروف البيئية مثالثة لإنبات الأجسام الحجرية، وهى حرارة ما بين ١٠، و ٢٠°م، مع رطوبة أرضية مثلى (حوالى ٥٠٪–٧٥٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية) لمدة لا تقل عن ثلاثة شهور (Hovius & McDonald ٢٠٠٢).

وقد استخدم كلا من diallyl disulfide (اختصارًا: DADS، وهو يحتوى على ٨٥,٥٪ DADS، و ٤,٥٪ مركبات قريبة منه)، و di-N-propyl disulfide (اختصارًا: DPDS، وهو يحتوى على ٨٨٪ DPDS، و ٢٪ مركبات قريبة منه) .. استخدما فى معاملة التربة حقنًا بمعدل ١٠ لتر/هكتار فى ٥٠٠ لتر ماء (٤,٢ لتر فى ٢٠٠ لتر ماء للفدان)، وأدى تعرض الأجسام الحجرية للفطر *S. cepivorum* لأى من المركبين لمدة ١–٣ شهور إلى إحداث خفض معنوى فى أعدادها. وكان الـ DADS أكثر كفاءة بكثير عن الـ DPDS فى هذا الشأن. ووجد تحت ظروف الحقل أنه بعد معاملتين اثنتين بالـ DADS انخفضت الإصابة بالمرض إلى أقل من ١٪ (Hovius & McDonald ٢٠٠٢).

الكبريت

يمكن استعمال الكبريت تعفيرًا، وكمسحوق قابل للبلل، وكمسحوق، وكسائل. وهو فعال خاصة ضد أمراض البياض الدقيقى وبعض الأصداء ولفحات الأوراق وأعفان الثمار. كما أنه يفيد مع العنكبوت الأحمر والتربس.

ومن أهم عيوب استعمال الكبريت احتمال إحداثه لأضرار بالنباتات فى الجو الذى ترتفع حرارته عن ٣٢°م، كما أنه لا يجوز خلطه مع المبيدات الأخرى، ولا يجوز استعماله فى المكافحة قبل مرور ٢٠ إلى ٣٠ يومًا على آخر رشة بالزيوت؛ نظرًا لأن تفاعلهما معًا يمكن أن يحدث أضرارًا أشد بالنباتات.

لا يعد الكبريت سامًّا للثدييات، ولكنه قد يُلهب الجلد والعيون، علمًا بأن الـ LSD_{50} = ٥٠٠٠ مجم لكل كيلوجرام (Colorado State University — الإنترنت — ٢٠٠٦).

الكبريت الجيرى

يحضر الكبريت الجيرى lime sulfur بغلى أيدروكسيد الكالسيوم والكبريت معًا، ويستخدم المخلوط فى أشجار الفاكهة أثناء سكونها لمعالجة أمراض مثل اللفحة والأنثراكنوز والبياض الدقيقى، بالإضافة إلى الحشرات القشرية والعنكبوت الأحمر والإريوفى eriophyid mites.

من عيوب الكبريت الجيرى رائحته الكريهة التى تشبه البيض الفاسد، كما أنه يسبب حروقًا والتهابات بالجلد والعيون، وأضرارًا بالنباتات إذا كانت حرارة الجو وقت المعاملة تزيد عن ٢٧°م، علمًا بأن الـ LSD_{50} = ٤٠٠–٥٠٠ مجم/كجم (Colorado State University — الإنترنت — ٢٠٠٦).

المركبات النحاسية

مخلوط بوردو

يُنتَج مخلوط بوردو Bordeaux mixture بتفاعل كبريتات النحاس مع أيدروكسيد الكالسيوم، وهو لا يصرح باستعماله فى الزراعات العضوية.

يحضر مخلوط بوردو بمعادلات مختلفة مثل 50-4-4، وهذه الأرقام — من اليسار إلى اليمين — تعنى نسب كبريتات النحاس والجير المطفى hydrate lime بالرطل فى ٥٠ جالون من الماء (الرطل = ٤٥٤ جم، والجالون الأمريكى = ٣٫٨ لتر).

تحضر الكميات المطلوبة من مخلوط بوردو أولاً بأول، حيث تُذاب الكميات المحسوبة للمخلوط من كل من كبريتات النحاس والجير المطفى — كل على انفراد — فى كمية قليلة من الماء، ثم يُصفى كل منهما أيضًا، ويلى ذلك خلطهما معًا وإكمال الحجم بالكمية المحسوبة من الماء، وذلك قبل الاستعمال مباشرة.

وتخفض كمية كبريتات النحاس فى المخلوط إلى نصف كيلوجرام فقط عند استعماله مع النباتات الحساسة للنحاس. وفى جميع الأحوال .. يجب ألا توجد كبريتات نحاس حرة بالمخلوط، ويعرف ذلك بغمس مسمار حديدى لامع بالمحلول لفترة قصيرة؛ فإذا تراكم النحاس عليه وجبت إضافة كمية من الجير لمعادلة كبريتات النحاس الزائدة.

يستعمل هذا المخلوط أساسًا فى مكافحة تبقعات الأوراق، واللفحات، والأنثراكنوز. والبياض الزغبى، والتقرحات، كما أنه طارد لعديد من الحشرات.

يمكن أن يسبب مخلوط بوردو احتراقًا للأوراق واسمرارًا باحمرار red russeting للثمار إذا استعمل فى الجو البارد الرطب، علمًا بأن الـ LSD_{50} = ٤٧٢ مجم/كجم (Colorado State University — الإنترنت — ٢٠٠٦).

عجينة بوردو

تتكون عجينة بوردو Bordeaux Paste من ١ كجم كبريتات نحاس، و ٢ كجم جيرًا حيًّا، و ١٠–١٥ لترًا من الماء، وتحضر بنفس طريقة تحضير محلول بوردو. ولكنها تكون فى صورة عجينة زرقاء اللون، وهى تستعمل فى طلاء الجروح ووقاية الأنسجة المعرضة للأمراض، وخاصة جذوع الأشجار.

مركبات نحاسية أخرى

إن من أهم المركبات النحاسية المستخدمة فى مكافحة الأمراض كلاً من: أيدروكسيد النحاس (مثل الكوسيد)، وأوكسيد النحاس، وأوكسى كلورور النحاس (مثل الكوبرافيت)، وكبريتات النحاس.

يفضل عند الرش بالمركبات النحاسية أن يكون pH محول الرش أعلى من ٦,٠، وإلا فإنه يمكن أن يسبب سمية للنباتات.

بعد وصول أيون النحاس إلى الفطر أو البكتيريا فإنه يتحد بعديد من المجموعات الكيميائية مثل الـ imidazoles، والـ phosphates، والـ sulfhydryls، والـ hydroxyls

التى تتواجد فى عديد من البروتينات ويعطل عملها، مما يؤدى إلى وقف عمل البروتين ذاته.

هذا .. ويُمتص أيون النحاس بواسطة الجراثيم الفطرية أثناء إنباتها؛ ولذا .. يتعين تكرار الرش بالنحاس أثناء النمو النباتى للمحافظة على استمرار تواجده فى السطح الورقى، علمًا بأن النحاس يمكن أن يبقى على الأوراق مدة ٧–١٤ يومًا ما لم يغسل بفعل الأمطار أو مياه الرى بالرش.

وقد طورت بعض المسببات المرضية البكتيرية سلالات مقاومة للمركبات النحاسية.

وبينما تنخفض سمية المركبات النحاسية بالنسبة للإنسان، فإنها تعد عالية السمية للأسماك، والنحل، والحيوانات الزراعية، ومختلف الكائنات الدقيقة بما فى ذلك تلك التى قد تستخدم فى المكافحة الحيوية (Resource Guide for Organic Insect and Disease Management – كورنل – الإنترنت – ٢٠٠٦).

أملاح البيكربونات

تستعمل كلا من بيكربونات الصوديوم وبيكربونات البوتاسيوم فى مكافحة بعض الأمراض، ويسمح باستعمال بيكربونات الصوديوم فى الزراعات العضوية، بينما لا يسمح ببيكربونات البوتاسيوم لهذا الغرض. وكلاهما يفيد فى مكافحة البياض الدقيقى على مختلف المحاصيل.

تستخدم بيكربونات البوتاسيوم potassium bicarbonate فى مكافحة البياض الدقيقى فى القرعيات والورد والعنب والندوة المبكرة فى الطماطم، وهى تتوفر تحت الأسماء التجارية Kaligreen، و Amicarb، و First Step.

أما بيكربونات الصوديوم sodium bicarbonate (صودا الخبز baking soda أو "البيكربوناتو") فإنها – كذلك – فعالة ومتوفرة ورخيصة، ويتعين استعمالها أسبوعيًا لمكافحة البياض الدقيقى على أن يستخدم معها مادة ناشرة. كما يفيد خلط زيت بستانى معها فى زيادة فاعليتها فى المكافحة (Colorado State University – الإنترنت – ٢٠٠٦).

توفر بيكربونات الصوديوم مكافحة جيدة ضد عديد من الفطريات إذا استخدمت بتركيز ٠,٥٪ فى الماء مع ٠,٥٪ زيت خفيف أو زيت نباتى. وقد أنتج مركب تجارى يعرف باسم ريميدى Remedy يحتوى على بيكربونات الصوديوم ويستخدم فى مكافحة كلاً من البياض الدقيقى، وتبقعات الأوراق، والأنثراكنوز، والفيتوفثورا، والفوما phoma، والجرب، والبوتريتس botrytis. ويلزم لنجاح المكافحة تكرار الرش أسبوعيًّا إلى حين انتهاء المشكلة (Attra أترا — Integrated Pest Management for Greenhouse Crops — الإنترنت — ٢٠٠٧).

ولقد انخفضت شدة الإصابة بعديد من الأمراض بالمعاملة ببيكربونات الصوديوم أو البوتاسيوم، والبيكربونات المخلوطة بالزيوت، وذلك فى عديد من المحاصيل، وبخاصة القرعيات، والفاصوليا، والطماطم؛ لأجل مكافحة البياض الدقيقى، والفيروسيات التى تنقلها الحشرات، ولأجل مكافحة اللفحة المبكرة وتبقع الأوراق السركسبورى فى الطماطم، والصدأ فى الفاصوليا والقمح، ولفحة الساق فى الأسبرجس، ومكافحة كلا من تبقع الأوراق الألترنارى والأنثراكنوز، والبياض الزغبى ولفحة الساق الصمغية فى القرعيات (عن McGrath & Shishkoff ٢٠٠٠).

ومن بين الدراسات التى أجريت على استخدام أملاح البيكربونات فى مكافحة الأمراض قبل الحصاد، ما يلى:

- توصل Ziv وآخرون (١٩٩٤) إلى أن معاملة الفلفل بأى من بيكربونات الصوديوم أو بيكربونات البوتاسيوم كافحت بشكل جيد فطر *Leveillula taurica* (أو *Oidiopsis taurica*) — مسبب مرض البياض الدقيقى — على النباتات، وفطر *Alternaria alternata* على الثمار بعد الحصاد. وكان أى من المركبين — بتركيز ٠,٥٪ — أفضل من المبيد الفطرى فى مكافحة أمراض الفلفل السابقة للحصاد والتالية له.

- أدى رش نباتات الطماطم ببيكربونات الصوديوم بتركيز ٢٠ جم/لتر إى حمايتها من الإصابة بالفطر *Erysiphe polygoni* مسبب مرض البياض الدقيقى (Bourbos وآخرون ١٩٩٩).

- تطلب الأمر خمس رشات ببيكربونات الصوديوم لتحقيق مكافحة تامة للبياض

الدقيقى فى الطماطم الذى يسببه الفطر *Leveillula taurica* (Demir وآخرون ١٩٩٩).

هذا .. وتُحدث أملاح البيكربونات حالة من عدم التوازن فى أيونى الصوديوم والبوتاسيوم بخلايا فطريات البياض الدقيقى؛ مما يؤدى إلى انهيار الجدر الخلوية.

يجب ألا يقل pH محلول الرش عن ٧,٠، وألا يزيد معدل المعاملة عن ٢,٥ كجم للفدان. وتفيد إضافة الزيوت إلى محلول الرش فى زيادة كفاءته، ويكون ذلك — عادة — بمعدل ٠,٥٪–١,٠٪ (Resource Guide for Insect and Disease Management — كورنل — الإنترنت — ٢٠٠٦).

المعاملة بالسيليكون

أدت إضافة السيليكون إلى المحاليل المغذية فى المزارع المائية — فى صورة سيليكات البوتاسيوم بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون — إلى جعل نباتات الخيار أكثر مقاومة للبياض الدقيقى. وفى نفس الوقت أكسبت المعاملة ثمار الخيار مظهرًا باهتًا، بسبب تجمع السيليكا فى الشعيرات السطحية للثمار (Samuels وآخرون ١٩٩٣).

وتمكن Menzies وآخرون (١٩٩٢) من خفض معدل الإصابة بالبياض الدقيقى (الذى يسببه الفطر *Sphaerotheca fuliginea* فى الخيار والقاوون، والفطر *Erysiphe cichoracearum* فى الكوسة) بالمعاملة بسيليكات البوتاسيوم، إما بإضافتها إلى المحاليل المغذية — فى المزارع المائية — بتركيز ١,٧ مللى مولار سيليكون، وإما برش أوراق النباتات بها بتركيز ١٧ أو ٣٤ مللى مولار سيليكون. وكانت المعاملة الأخيرة فعالة فى تقليل الإصابة بالمرض حتى عندما عُرِّضت النباتات للفطر بعد أسبوع من رشها بسيليكات البوتاسيوم. وقد تبين من معاملة — رشت فيها النباتات بسماد بوتاسى عادى — أن السيليكا كانت هى العنصر الفعال فى سيليكات البوتاسيوم.

وقد أظهرت دراسات لاحقة (Chërif وآخرون ١٩٩٤) حول تأثير معاملة السيليكون ما يلى:

١– أحدثت المعاملة زيادة ملحوظة فى نشاط إنزيم الشيتينيز Chitinase، وتحفيزًا

أكبر فى نشاط إنزيمات البيروكسيديز Peroxidases، والبولى فينول أوكسيديز Polyphenoloxidases عقب حقن (عدوى) النباتات بالفطر .*Pythium* spp.

٢- كان للفينولات المرتبطة بالجليكوسيدات المستخلصة من النباتات المعاملة بالسيليكون — والتى عُرضَت لتحلل البيتاجلوكوسيدز β-glucosidase hydrolysis تأثير مثبط قوى على الفطريات: *P. ultimum*، و *P. aphanidermatum*، و *Cladosporium cucumerinum*.

وقد استخلص من ذلك أن السيليكون يرتبط بتفاعلات محددة تلعب دورًا فى حماية النباتات من الإصابات الفطرية.

أظهرت الدراسات أن البسلة التى تنمو فى بيئة مزودة بالسيليكون الميسر للامتصاص يزداد فيها نشاط إنزيما الشيتينيز chitinase والـ β-1,3-glucanase، وتكون أقل قابلية للإصابة بالفطر *Mycosphaerella pinoides* مسبب مرض تبقع الأوراق، ويتراكم السيليكون فى أوراقها (Dann & Muir ٢٠٠٢).

وقد تبين — فيما بعد — أن المعاملة بالسيليكون تستحث المقاومة الجهازية فى النباتات، كما سيأتى بيانه فى فصل لاحق.

المعاملة بماء الكلس، والطين، ومضادات النتح

وجد Marco & Cohen (١٩٩٤) أن رش نباتات الكوسة أسبوعيًّا بأى من ماء الكلس whitewash (Loven أو Yalbin)، أو الطين أدى إلى مكافحة الفطر *Sphaerotheca fuliginea* المسبب لمرض البياض الدقيقى بنسبة ٥٠٪-٦٠٪. وقد ازدادت كفاءة الرش عند إضافة مادة تجارية لاصقة إليه.

كما أعطت معاملة الرش أسبوعيًّا بمضاد النتح Vapor Gard نتائج مماثلة للرش بماء الكلس مع المادة اللاصقة.

وأدى رش الخيار بالطين (ميكا mica) بتركيز ٠,٥٪ إلى الحد من إصابته بالفطر *Sphaerotheca fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى (Ehret وآخرون ٢٠٠١).

المكافحة بالمضادات الحيوية

المضادات الحيوية Antibiotics هى المركبات التى تفرزها بعض الكائنات، وتعمل على حماية النبات من الإصابة بكائنات أخرى. وهى توجه نحو تخليص النبات المصاب من الآفة، كما أنها توفر له أيضًا الحماية من احتمالات الإصابة مستقبلاً.

وتعتبر المضادات الحيوية أهم الكيماويات المستعملة فى مكافحة البكتيريا تحت ظروف الحقل، وهى لا تقتل البكتيريا، لكنها تثبط نموها فقط؛ أى إنها bacteristatic. ولضمان مفعولها يلزم تكرار الرش كل ١٠ أيام؛ لأن تركيزها يقل تدريجيًّا فى النبات بعد الرش.

تنفذ المضادات الحيوية — بسهولة — داخل الأنسجة النباتية، بعكس المبيدات الأخرى التى لا يمكنها الوصول إلى البكتيريا. والبعض منها يصبح جهازيًّا داخل النبات، ويظهر تأثيرها على البكتيريا التى قد توجد بداخله.

ونظرًا لأن استعمال المضادات الحيوية قد يكون مكلفًا تحت ظروف الحقل؛ لذلك فإنه ينصح باستعمالها فى تطهير الأجزاء الخضرية المستعملة فى التكاثر؛ كالدرنات، وكذلك فى تطهير البذور ورش المشاتل. وتوجد مشاكل تتعلق بظهور طفرات مقاومة للمضادات الحيوية (Kiraly وآخرون ١٩٧٤).

ومن أمثلة المضادات الحيوية التى استخدمت بنجاح كل من:

Streptomycin-Terramycin

Streptomycin

Actidione

يعتبر الاستربتومايسين مضادًّا للبكتيريا فقط، وينتج من الفطر *Streptomyces griseus*، ويستخدم فى مكافحة أمراض النبات البكتيرية فى صورة Streptomycin sulphate، و Streptomycin nirate.

ومن التحضيرات التجارية للمضادات الحيوية Agri-mycin 100. وهو مبيد بكتيرى يذوب فى الماء بسهولة، ولا يتبقى منه أى أثر ضار بالإنسان عند الحصاد، ويحتوى على كل من الـ streptomycin، والـ terramycin.

كما يدخل الاستربتومايسين كذلك فى التحضيرات التجارية التالية :

Gerox
Hopk-Mycin
Agri-Strep
Chemoform
Rimocidin
Agrimycin 17
Phytomycin

ويستخدم الاستربتومايسين فى مكافحة الأمراض التالية:

١- اللفحة البكتيرية فى الكرفس المتسببة عن البكتيريا *Pseudomonas apii* بتركيز ٢٠٠ جزء فى المليون فى مراقد البذور فقط. وتبدأ المكافحة والبادرات فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الثانية ، ويستمر الرش كل ٤-٥ أيام حتى الشتل.

٢- العفن الطرى فى البطاطس.

٣- التبقع البكتيرى فى الطماطم والفلفل بتركيز ٢٠٠ جزء فى المليون فى مراقد البذور فقط حتى الشتل؛ كما فى الكرفس.

هذا .. بالإضافة إلى استخدامه فى مكافحة عديد من الأمراض البكتيرية التى تصيب نباتات الفاكهة ، والزينة ، ومحاصيل الحقل.

الفصل الرابع

استعمال بدائل المبيدات فى مكافحة الحشرات والأكاروسات

نُذكِّر قبل الدخول فى تفاصيل هذا الفصل على ما سبق أن بيناه فى بداية الفصل الثالث من أن بدائل المبيدات يمكن أن تتضمن كل وسائل المكافحة الأخرى غير استخدام المبيدات التى يكون لها تأثيرات سلبية شديدة على البيئة والإنسان والحيوانات الزراعية والحياة البرية، إلاّ أننا نقصر مناقشتنا لبدائل المبيدات على التحضيرات التجارية (غير المبيدات الشديدة السمية، وغير تلك التى تحتوى على كائنات دقيقة أو تستحث النظام الدفاعى الطبيعى فى النباتات) التى تعامل بها النباتات أو بيئة الزراعة. وجدير بالذكر أن بعض التحضيرات التجارية التى يُشار إليها فى هذا الفصل على أنها من بدائل المبيدات قد تُعد بواسطة آخرين على أنها من المبيدات، إلاّ أنها ليست من المبيدات الشديدة السمية على أية حال.

الجاذبات والطاردات

تُعرف المركبات الكيميائية التى تستخدمها الكائنات الحية فى توصيل الرسائل فيما بينها باسم semiochemicals، وتلك الرسائل قد تكون بين أفراد النواع الواحد أو بين أفراد من أنواع مختلفة. ومن أمثلة المركبات التى تُنتج وتُستقبل بين أفراد النوع الواحد الفيرومونات pheromones، وخاصة فيرومونات الجنس sex pheromones، ولكن تعرف من الفيرومونات أنواع أخرى عديدة تنظم أنشطة حشرية أخرى.

وتستخدم تلك المركبات — بعد عزلها أو تخليقها — لأجل واحد من أربعة أهداف. كما يلى:

١- استخدامها كجاذبات فى مصائد لمراقبة التواجد الحشرى.

٢- استخدامها كجاذبات فى مصائد بغرض المكافحة.

يتعين لأجل ذلك زيادة عدد المصائد بدرجة تصبح معها المصائد فعالة فى خفض أعداد الحشرات فى الحقل. وقد تكون الجاذبات المستعملة لكلا الجنسين أو للذكور فقط

٣- استخدامها كجاذبات للذكور لمنع التزاوج.

٤- استخدامها كجاذبات فى مبيدات حشرية سامة.

وإلى جانب ما تقدم بيانه من جاذبات كيميائية فإنه تتوفر – كذلك – جاذبات ضوئية تعتمد – غالبًا – على الأشعة فوق البنفسجية وتجذب إليها المئات من أنواع الفراشات والخنافس والذباب وغيره من الحشرات – منها عديد من الآفات الحشرية – كما توجد – كذلك – الجاذبات الملونة، وخاصة الصفراء (عن Weinzierl وآخرين ٢٠٠٦).

الجاذبات والمصائد واللوحات والشرائط الجاذبة الصائدة

توضع المواد الجاذبة Attractants للحشرات قرب طُعْم سامّ أو فى مصايد خاصة، ومن أمثلتها السكريات المتخمرة، والعسل المتخمر، وهى مواد تجذب إليها ذكور الحشرة وإناثها على حد سواء. كما توجد جاذبات جنسية insect sex phermones، وهى تجذب إليها ذكور الحشرات – من مسافات بعيدة – إلى مصائد خاصة؛ حيث يتم التخلص منها. وتعرف حاليًا جاذباتٍ لعديد من الحشرات، لعل من أهمها فراشات كل من دودة ورق القطن، والدودة القارضة، وديدان اللوز.

وتستخدم المصائد اللاصقة فى اصطياد عديد من الآفات الحشرية، مثل المنّ المجنح، والذباب الأبيض، والتربس، وصانعات الأنفاق، ولكنها قد تجذب إليها بعض الحشرات النافعة مثل الزنبور المتطفل *Encarsia formosa*.

كذلك تستخدم المصائد اللاصقة الملونة بالأصفر والأزرق لجذب عديد من الأنواع الحشرية. كما يستخدم اللونين الأبيض والأحمر لجذب حشرات معينة. وتعد المصائد الصفراء هى الأنسب للذبابة البيضاء، والمصائد الزرقاء الأنسب لجذب تربس الأزهار الغربى.

ويلزم – عادة –لمراقبة التواجد الحشرى مصيدة لونية لاصقة واحدة لكل حوالى ١٠٠م٢ من المساحة المراد مُراقبتها. وتستخدم – عادة – شرائط بعرض ١٠–٢٥ سم، وإذا ما استخدمت تلك الشرائط بكثرة فإنها يمكن أن تصبح وسيلة لخفض أعداد الحشرات كذلك (عن Pasian & Linquist ٢٠٠٦).

هذا .. وتنجذب بعض الحشرات — بقوة — إلى اللون الأصفر الذى يعكس الأشعة التى تتراوح أطوال موجاتها بين ٥٠٠ و ٧٠٠ نانوميتر (مللى ميكرون)، ومن أمثلتها حشرتا المنّ والذبابة البيضاء.

تتوفر الشرائط اللاصقة بعرض ٥ سم، وبطول ٦٠٠م، وهى تصنع من البوليثيلين، وتكون ذات لون أصفر زاه، ومغطاه بمادة لزجة تلتصق بها الحشرات بعد أن تنجذب إلى اللون الأصفر، يحتاج الفدان إلى نحو ١٨٠٠ متر طولى من الشريط، ويكفى نحو لتر من المادة اللاصقة لدهان ١٠٠ متر من الشريط.

أما اللوحات اللاصقة فإنها تتوفر بأبعاد ١٥ × ٣٠سم، وهى عبارة عن شرائح من البلاستيك الأصفر الزاهى، وتغطى من الوجهين بمادة لاصقة.، وتثبت هذه اللوحات عند مستوى النباتات.

تجذب الشرائط واللوحات اللاصقة الحشرات الصغيرة (مثل المنّ، والذبابة البيضاء، والتربس، وصانعات الأنفاق) بسبب لونها الأصفر، ثم تلتصق بها؛ ولذا .. فهى تعد وسيلة فعالة لمكافحة الحشرات الناقلة للفيروسات.

وقد استخدمت شرائح البوليثيلين اللاصقة الصفراء — فى الجانب المقابل للرياح من الحقل — لخفض الإصابة بفيرس Y البطاطس وفيرس موزايك الخيار فى الفلفل؛ وذلك فى الحالات التى لا يتواجد فيها المنّ بكثافة عالية. وقد طبقت هذه الطريقة على مستوى الإنتاج الحقلى للفلفل فى إسرائيل، ولكن يعيبها أن شرائح البوليثيلين تتعرض للتمزق بفعل الرياح، كما تقل كفاءتها تدريجيًا؛ بسبب التصاق الغبار وحبيبات الرمل — التى تحملها الرياح — بها (عن Palti ١٩٨١).

الطاردات

يكون الهدف من استعمال المواد الطاردة Repellents للحشرات إما إبعاد الحشرة عن الحقل، وإما منعها من وضع بيضها على النباتات؛ ومن أمثلتها مستخلصات بذور نبات النيم، التى نتناولها بالتفصيل تحت المستخلصات. فقد وجد أن زيت بذور النيم يقلل — تحت ظروف المختبر — من أعداد عدة أنواع من المنّ على النباتات الكاملة، كما فى

حالة *Myzus persicae* على الفلفل والروتاباجا، و *Nasonovia ribisnigri* على الخس، و *Chaetosiphon fragaefolii* على الفراولة. وقد تبين أن تركيز زيت النيم الذى يقلل من أعداء المنّ بنسبة ٥٠٪ يتراوح بين ٠,٢٪ و ١,٤٪. كما أفاد كل من مستخلص بذور النيم، وزيت بذور النيم فى مكافحة المنّ — تحت ظروف الحقل — على كلٍّ من الفلفل والفراولة، ولكنهما لم يفيدا فى مكافحة المنّ فى حقول الخس. ويبدو أن فاعليتهما تتأثر بكلٍّ من: العائل، ونوع المنّ، والظروف البيئية السائدة (Lowery وآخرون ١٩٩٣).

هذا .. وتعد غالبية طاردات الحشرات من المستخلصات النباتية التى نتناولها بالشرح تحت الموضوع التالى.

المستخلصات النباتية

يدخل تحت بند المستخلصات النباتية كثيرًا من التحضيرات التجارية التى يعدها الكثيرون من المبيدات، وإن كنت أذكرها هنا كبدائل مبيدات؛ ذلك لأن سميتها لا تقارن بسمية المبيدات العادية، كما أن بعضها يُسمح باستخدامه فى الزراعات العضوية؛ بما يعنى أن استخدامها يعد آمنًا فى الزراعات التقليدية. كذلك يدخل تحت بند المستخلصات النباتية عديدًا من التحضيرات الأخرى التى لا تعد من المبيدات. هذا .. وتعرف معظم المستخلصات النباتية ذات التأثير القاتل للحشرات باسم المبيدات العضوية النباتية organic botanical pesticides أو المبيدات الطبيعية natural pesticides.

تستخلص المبيدات العضوية النباتية من النباتات؛ حيث يعرف أكثر من ٢٠٠ نوع نباتى تنتمى لنحو ١٧٠ عائلة تحتوى على مركبات لها خصائص المبيدات الحشرية. ولكن أهم المبيدات النباتية المستعملة تستخلص — حاليًا — من خمس عائلات فقط؛ كما يلى:

العائلة		المبيد الذى يستخلص منها	
الباذنجانية	Solanaceae	كبريتات النيكوتين	Nicotine Sulfate
المركبة	Compositae	البيرثيرم	Pyrethrum
البقولية	Leguminosae	الروتينون	Rotenone

المبيد الذى يستخلص منها		العائلة	
Ryania	الريانيا	Flacourtiaceae	
Sabadilla	السابادِلّلا	Liliaceae	الزنبقية

لا يجب افتراض أن كل المبيدات المستخلصة من مصادر نباتية botanical pesticides آمنة؛ فعلى الرغم من أنها قليلة السمية لذوات الدم الحار، فإنه يتعين استعمال ملابس واقية عند الرش بها، كما أن بعضها يُعد سامًّا للأسماك وغيرها من ذوات الدم البارد.

زيت النيم والآزاديراكتين

يعد زيت النيم neem oil أو صابون زيت النيم neem oil soap اللذان يحتويان على المادة الفعالة Azadirachtin المستخلصة من شجرة النيم *Azadiracta indica* من المبيدات الحشرية. تنمو شجرة النيم بريًّا فى جنوب آسيا وتستوطن الهند وتتبع العائلة Meliaceae، ويمكن زراعتها فى معظم المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية من العالم. وعلى الرغم من أن العلماء الهنود قد درسوا استعمال النيم فى مكافحة الآفات منذ عشرينيات القرن العشرين، فإن العالم لم يلتفت إلى أهميته إلى أن ذكر أحد الحشريين الألمان أن أشجار النيم لم تتأثر بغزو الجراد المهاجر فى السودان، وذلك فى عام ١٩٥٩.

تُستخلص منتجات النيم من بذور الشجرة بعد سحقها ثم معاملتها بالماء أو بالكحول.

وتقسم منتجات النيم إلى ثلاث فئات كما يلى:

١- منتجات أساسها الأزاديراكتين Azadirachtin، مثل:

AZA-Direct	Agroneem
Ecosense	Azatrol
Neemix	Ecoside

٢- منتجات زيت النيم، مثل Triology، و Triact 70.

٣- منتجات صابون زيت النيم، مثل Organica.

تتوفر منتجات النيم – عادة – كمستخلصات مركزة، إلاّ أن صابون زيت النيم يكون فى صورة مركز سائل قابل للذوبان فى الماء. يمكن خلط منتجات النيم – عادة – بغيرها من المبيدات، إلاّ أن بعض الأنواع النباتية قد تكون حساسة للنيم؛ الأمر الذى يتطلب الحذر عند إجراء المعاملة.

ولزيادة كفاءة المعاملة بمنتجات النيم يُراعى ما يلى:

١- الرش عدة مرات، ذلك لأن النيم لا يبقى فعّالاً لفترة طويلة على الأسطح النباتية؛ فهو يمكن أن يتحلل بفعل الأشعة الشمسية فى خلال ١٠٠ ساعة من الرش، كما يمكن أن يغسل بفعل الأمطار ومياه الرى بالرش.

٢- استهداف الأطوار الصغيرة من الحشرات؛ حيث تقل كفاءته على كل من البيض والحشرات الكاملة. ويتحقق ذلك الأمر ببدء الرش بالنيم مبكرًا خلال موسم نمو المحصول.

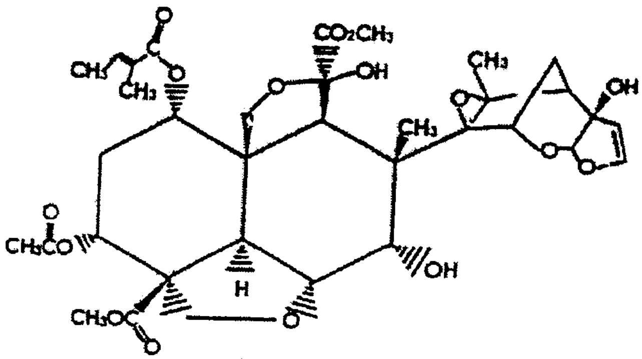
٣- بدء المعاملة بالنيم قبل استفحال خطر الآفة المستهدفة؛ نظرًا لأن كفاءته كمضاد للتغذية ولوضع الحشرات لبيضها تزداد عندما تكون أعداد الحشرة قليلة إلى متوسطة.

٤- يعمل النيم بشكل جيد فى الجو الدافئ.

٥- نظرًا للخصائص الجهازية للنيم فإنه قد يُفيد استعماله فى رش الشتلات قبل نقلها إلى الحقل الدائم. وبسبب تلك الخاصية الجهازية فإنه يكون من المفيد إضافة النيم رشًّا فى كمية كبيرة من الماء مع توجيه محلول الرش نحو خطوط النباتات الصغيرة، أو إضافته مع ماء الرى بالتنقيط.

يعد الآزاديراكتين Azadirachtin (شكل ٤-١) واحدًا من أكثر من ٧٠ مركبًا ينتجها نبات النيم، وهو يعمل – أساسًا – كمنظم نمو حشرى، ولكن أيضًا كمضاد للتغذية ولوضع البيض. عُزِلَ هذا المركب فى عام ١٩٦٨؛ ويعتقد بأنه أكثر المركبات التى تنتجها شجرة النيم تأثيرًا على الآفات. وكمنظم نمو حشرى .. يمنع النيم انسلاخ الحشرات؛ بمنعه إنتاج الحشرة للهرمون الطبيعى ecdysone؛ وذلك نظرًا لتشابه المركب كيميائيًّا لذلك الهرمون الطبيعى المسئول عن الانسلاخ الحشرى. هذا فضلاً عن تأثيره المنفر للحشرة؛ مما يجعلها تتجنب وضع بيضها على الأسطح النباتية المعاملة.

وتتوفر أدلة على أن بعض المركبات الأخرى التى توجد فى زيت النيم تُسهم فى كفاءة المكافحة الحشرية إلى جانب الآزاديراكتين. وربما يُسهم زيت النيم فى المساعدة على نشر المركبات الفعالة على كل من الأسطح النباتية والحشرية، وتسمح لها باختراق جسم الحشرة بكفاءة أكبر. وجدير بالذكر أن زيت النيم يُستعمل كغيره من الزيوت، وهو يفيد فى مقاومة العنكبوت الأحمر وبعض الأمراض إلى جانب فائدته فى مكافحة الحشرات. كما أن صابون زيت النيم له فائدة إضافية — مثل منتجات الصابون السائل الأخرى — بإتلافه للأغشية الحشرية.



شكل (٤-١): التركيب البنائى للآزاديراكتين **Azadirachtin**.

وعلى الرغم من أن المكونات الفعالة التى توجد فى النيم يمكن أن تمتص عن طريق الجذور وتنتقل عن طريق الجهاز الوعائى للنبات، إلا أنها تكون أقل كفاءة فى المكافحة مما لو كانت المعاملة بالرش على الأوراق، وتتطلب إضافة كميات كبيرة من النيم. هذا .. ويحتفظ النيم بكفاءته لفترة أطول وهو داخل النبات عما لو كان على أسطح النبات الخارجية، إلا أنه يصبح مخففًا داخل النبات مع استمرار النمو النباتى.

تؤثر مستخلصات النيم فى أكثر من ٢٠ نوع حشرى منها بعض أنواع من الذباب الأبيض، والتربس، وصانعات الأنفاق، وديدان حرشفية الأجنحة، والمنّ، والحشرات القشرية، والخنافس، والخنافس المغبرة ونطاطات النباتات، وكذلك يؤثر النيم فى الأكاروس والقواقع. وأكثر الحشرات تأثرًا هى يرقات حرشفية الأجنحة والمنّ. هذا ..

بينما يؤثر النيم فى النحل ومعظم الحشرات النافعة الأخرى من الأعداء الطبيعية (عن Resource Guide for Organic Insect and Disease Management – الإنترنت – ٢٠٠٦).

يكثر الآزاديراكتين azadirachtin فى قلف شجرة النيم وأوراقها وثمارها، وبأعلى تركيز فى بذورها. ومما تجدر الإشارة إليه أن المركب النقى أقل فاعلية من المستخلصات. ولقد وجد بالمستخلصات ١٨ مركبًا، من أبرزها الـ salanine، والـ meliantrol، والـ azadiractin، والأخير هو أعلاها تركيزًا.

يعد الآزاديراكتين مضادًا للتغذية، وهو منظم للنمو الحشرى حيث يمنع انسلاخها ووضعها للبيض، كما يتسبب فى عقمها.

وتتوفر حاليًا تحضيرات تجارية كثيرة من النيم، منها: Neem Gold، و Neemazal، و Econeem، و Neemark، و Neemcure، و Azatin (Silva-Aguayo & Cancelado ٢٠٠٦).

يُكافح الآزاديراكتين Azadirachtin المستخلص من نبات النيم – والمكون الفعال لعديد من التحضيرات التجارية مثل Ozoneem – أكثر من ٦٠٠ نوعًا حشريًا.

ويظهر تأثيره من خلال كونه:

١– مضاد للتغذية antifeedant.

٢– معيق للتغذية feeding deterrent.

٣– طارد repellent.

٤– معيق لوضع البيض oviposition deterrent.

٥– منظم نمو حشرى.

٦– مانع للانسلاخ.

٧– مانع للتكاثر.

٨ – مضاد للخصوبة.

ويؤثر المركب الفعال على كل الأطوار الحشرية من البيضة إلى الطور البالغ.

ومن بين الحشرات التى يؤثر فيها:

المنّ	الديدان بمختلف أنواعها
الخنافس	نطاطات الأوراق
الذباب والذباب الأبيض	صانعات الأنفاق
الخنافس المغبرة	الفراشات
الحشرات القشرية	التربس
السوس	نطاطات النباتات

كما يؤثر كذلك فى العنكبوت الأحمر.

وقد أفاد استعمال المركب أزادايركتين Azadirachtin المستخلص من نبات النيم بمعدل ١٤ جم للفدان (٣٣ جم/هكتار) أو مع الإم بيد M-Pede فى مكافحة الفراشة ذات الظهر الماسى، والـ cabbage looper، ولكنه لم يكن مفيدًا فى مكافحة الذبابة البيضاء (Leskovar & Boales ١٩٩٦).

كما تُعطى المستخلصات المائية لأوراق وكُسب النيم neem cake ومستحضراته التجارية مقاومة جيدة لنيماتودا تعقد الجذور فى الطماطم تتمثل فى ضعف فقس البيض، وشلّ حركة اليرقات وموتها، وذلك بنسب متباينة، إلا أن اليرقات التى تفقس وتفلت من التعرض لأضرار النيم تتمكن من إحداث الإصابة (Javed وآخرون ٢٠٠٨).

البيرثرينات، والبيرثرن، والبثيرويدات

البيرثرم Pyrethrum هو الاسم المعروف للمبيد الحشرى المستخلص من الأزهار الجافة لأحد أنواع زهرة الربيع daisy المنتجة للبيرثرم، وخاصة *Chrysanthemum cinerariaefolium*، لكنه يستخلص كذلك من كل من *C. coccineum*، و *C. marshalli*. والبيرثرينات pyrethrins هى ستة مركبات من الإسترات لها خصائص المبيدات الحشرية. وتوجد فى تلك الأنواع من جنس *Chrysanthemum* sp. يستوطن الـ pyrethrum daisy جنوب شرق آسيا وينمو بريًا فى كينيا ورواندا وتنزانيا والإكوادور. وتعد كينيا هى المنتج الرئيسى للبيرثرم تليها أستراليا.

. وتجدر الإشارة إلى أن النبات المنتج للبيرثرن قد ذكر تحت اسمين علميين آخرين، هما: *Tanacetum cinerariaefolium*، و *Dendranthemum cinerariaefolium*.

وعلى الرغم من أن ملامسة البيرثرم للحشرة يؤثر على جهازها العصبى الذكرى؛ مما يؤدى إلى شللها الفورى، فإنها قد لا تموت فى الحال، وقد تستعيد نشاطها بعد فترة؛ لذا .. فإن المبيد يخلط بمادة تزيد من فاعليته هى piperonyl butoxide، ولكن لا يجب استعمال المنتجات المحتوية على تلك المادة فى حرارة تزيد على ٣٢°م.

لا يعد البيرثرم سامًّا لمعظم الثدييات؛ مما يجعله من أكثر المبيدات أمانًا فى الاستعمال (Colorado State University — الإنترنت — ٢٠٠٦، و Silva-Aguayo & Cancelado ٢٠٠٦).

إلى جانب تأثير البيرثرم على الذباب والناموس واستعماله على نطاق واسع عالميًّا لهذا الغرض فإنه يستعمل كذلك للأغراض الزراعية منفردًا أو مخلوطًا مع الروتينون Rotenone.

ومن بين المنتجات التجارية للبيرثرم ما يلى:

Safer	Pyganic
Pyola	Pyrellin
Evergreen	Pyronyl

ولا يجوز خلط البيرثرم بالكبريت أو محاليل الصابون نظرًا لسرعة تحلله فى ظروف كل من الحموضة والقلوية.

ونظرًا لأن البيرثرم يعمل بالملامسة .. يتعين تواجد الحشرة المستهدفة عند معاملة النباتات به. يتحلل البيرثرم سريعًا بفعل الضوء وفى الماء، ولا يبقى فى التربة لأكثر من عدة ساعات (تبلغ فترة نصف حياة المبيد حوالى ساعة واحدة إلى ساعتين). هذا .. إلاّ أن البيرثرم يعد سامًّا لكل من الأسماك والطيور والحشرات النافعة. ولا يعد البيرثرم سامًّا للإنسان مقارنة بالمبيدات الحشرية الأخرى (عن Resource Guide for Organic Insect and Disease Management — الإنترنت — ٢٠٠٦).

ويفيد البيرثرم فى مكافحة المنّ ونطاطات الأوراق والعنكبوت الأحمر والديدان والخنافس والخنافس البرغوثية والذباب.

أما البيرثرويدات pyrethroids فهى مركبات مخلقة (مصنعة) تتماثل مع البيرثرينات فى التركيب وطبيعة فعلها، ومنها – على سبيل المثال: Ambush، و Ammo، و Aztec، و Asana، و Capture، و Astro، و Pounce، و Warrior – وجميعها مبيدات لا يُسمح باستعمالها فى الزراعات العضوية لأنها ليست طبيعية كالبيرثرم. والمركب Pounce أكثر أمانًا من البيرثرن pyrethrin (LSD_{50} = ٤٠٠٠ مجم/كجم مقارنة بـ LSD_{50} مقدارها ١٥٠٠ مجم/كجم للبيرثرن).

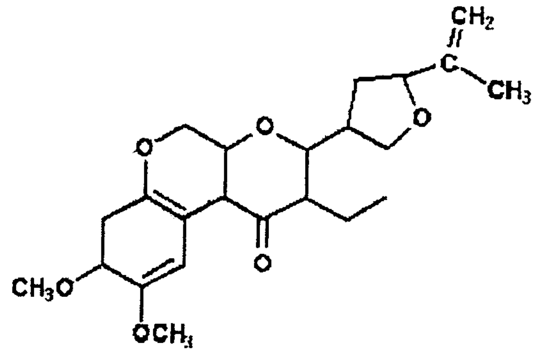
تعمل البيرثرويدات بالملامسة حيث تشل حركة الحشرات التى تصل إليها من خلال تأثيرها على جهازها العصبى.

يُضاف المركب piperonyl butoxide إلى معظم البيرثرويدات لزيادة فاعليتها (حيث يقلل من قدرة الحشرة على التغلب على التأثير الأولى للبيرثرويد)، إلا إنه غير مصرح باستعماله فى الزراعات العضوية، ولكن قد تضاف بعض الزيوت المصرح باستعمالها فى الزراعات العضوية إلى البيرثرم لزيادة كفاءته. وتعد معظم البيرثرويدات سامة للحيوانات بما فى ذلك الأسماك ويجب استعمالها بحرص.

الروتينون

الروتينون rotenone (شكل ٤–٢) عبارة عن فلافون flavonoid يستخرج من جذور نباتات عديد من الشجيرات البقولية الاستوائية مثل *Derris* spp.، و *Lonchocarpus* spp.، و *Tephrosia* spp. تعطى نباتات *Derris* spp. حوالى ١٣٪ روتينون، بينما يعطى *Lonchocarpus* spp. حوالى ٥٪.

يؤثر الروتينون بالملامسة، وكذلك من خلال الجهاز الهضمى للحشرة، كما يعد طاردًا للحشرات وهو يعمل من خلال منعه لانتقال الأليكترونات على مستوى الميتوكوندريا؛ وبالتالى وقف فسفرة الـ ADP إلى ATP؛ مما يوقف أيض الحشرة. وتُظهر الحشرات التى تتسمم من الروتينون ضعفًا فى التنفس يتبعه شلل ثم موت للحشرة (Silva-Aguayo & Cancelado ٢٠٠٦).



شكل (٤-٢): التركيب البنائى للروتينون.

يؤثر الروتينون على مدى واسع من الحشرات فى عديد من الرتب الحشرية، كما يقتل كذلك الأسماك.

يكثر استعمال الروتينون على صورة مسحوق بالتعفير صباحًا فى وجود الندى. ولكنه يتوفر كذلك فى صورة سائلة ذائبًا فى piperonyl butoxide أو مذيبات أخرى لا يكون مسموحًا بها فى الزراعة العضوية. وتجدر الإشارة إلى أن عديدًا من التحضيرات السائلة للروتينون تحتوى — كذلك — على بيرثرم، مع العلم بأن وجود البيرثرم مع الروتينون يقلل من كفاءة الروتينون كسم معدى، لأن البيرثرم يقلل من قدرة الحشرة على التغذية. وفى عديد من الحالات أدى رش الروتينون مع الزيوت أو الصابون إلى تحسن نتائج المكافحة الحشرية.

وتبلغ فترة الانتظار لحين الحصاد بعد المعاملة بالروتينون (الـ PHI) يومًا واحدًا.

ونظرًا لأن الروتينون يتحلل سريعًا بفعل الأشعة الشمسية، فإن استعماله فى المساء قد يعطى نتائج أفضل. ويتحلل الروتينون سريعًا — كذلك — فى الماء.

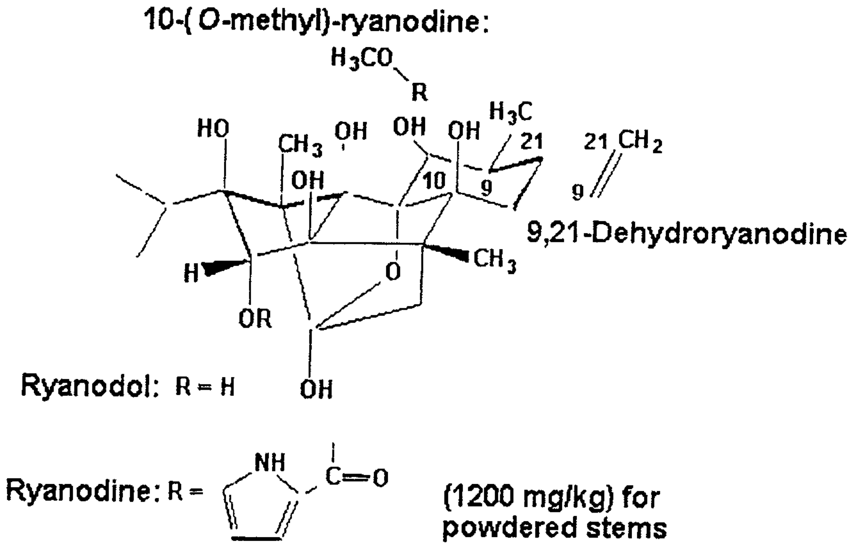
وإلى جانب سمية الروتينون الشديدة للأسماك فإنه قليل السمية للطيور. ويعد سامًّا للثدييات بما فى ذلك الإنسان.

ويعد الروتينون فعالاً – بصفة خاصة — ضد الذبابة البيضاء، والمنّ، ونطاطات الأوراق، والحشرات القشرية، والخنافس المغبّرة، والبقة الخضراء، وخنفساء الأسبرجس وخنفساء الخيار المخططة، والخنافس البرغوثية، وخنفساء الفاصوليا المكسيكية، وثاقبات سوق

الكوسة، وفراشات الكرنب، وثاقبات الذرة، والديدان القياسية، وعديد من ديدان حرشفية الأجنحة الأخرى (عن Resource Guide for Organic Insect and Disease Management – الإنترنت – ٢٠٠٦).

الريانيا

يحصل على الريانيا Ryania من جذور وسيقان النبات *Ryania speciosa* الذى يتبع العائلة Flacourtiaceae. يُحصل من هذا النبات على سلسلة من من الألكالويدات (شكل ٤–٣) أهمها الـ ryanodina، الذى يعمل بالملامسة، وكذلك من خلال الجهاز الهضمى للحشرة، ويؤدى إلى شللها (Silva-Aguayo & Cancelado ٢٠٠٦).



شكل (٤–٣): التركيب البنائى لكل من الريانودول والريانودين المتحصل عليهما من الريانيا.

تستعمل الريانيا فى مكافحة دودة كيزان الذرة، والمنّ، وتربس البصل.

السابادىلاّ

يُحصل على السابادىلاّ sapadilla من بذور النبات *Schoenocaulon officinale* الذى يتبع العائلة الزنبقية، وهو عبارة عن مادة قلوانية alkaloid تعرف باسم veratrine.

تعمل السابادىلاّ بالملامسة وعند تناول الحشرة لها فى غذائها، حيث تؤثر من خلال تعطيل عمل أغشية الخلايا العصبية، مما يقلل من نشاط الأعصاب، الأمر الذى يؤدى إلى شلل الحشرة وموتها.

وبينما تعد البذور المطحونة للنبات ضعيفة السمية للثدييات، فإن الألكالويدات المستخلصة منها شديدة السمية وملهبة للجلد والعين (Silva-Aguayo & Cancelado ٢٠٠٦).

تتوفر السابادىلاّ تجاريًّا تحت الأسماء Red Devil، و Natural Guard.

لا تترك السابادىلاّ أية متبقيات نظرًا لتحللها السريع فى ضوء الشمس.

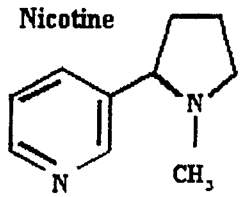
تعد السابادىلاّ فعالة بدرجة عالية ضد ديدان حرشفية الأجنحة ونطاطات الأوراق. والتربس والبقة الخضراء والديدان القياسة Colorado State University — الإنترنت — ٢٠٠٦).

النيكوتين

النيكوتين nicotine (شكل ٤–٤) عبارة عن الكالويد يُحصل عليه من نباتات تابعة للعائلة الباذنجانية، وخاصة نبات التبغ *Nicotiana tabacum*. وقد لوحظت خصائص النيكوتين السامة للحشرات منذ أوائل القرن السادس عشر.

يؤثر النيكوتين بالملامسة ولكن تأثيره غير متبق، وهو يؤثر من خلال محاكاته للـ acetylcholine عند اتحاده بالمستقبل بأغشية معينة فى النسيج العضلى للحشرة؛ مما يؤدى إلى إحداث نبضات عضلية غير طبيعية تنتهى إلى حدوث اضطرابات عنيفة ثم موت للحشرة.

ومن بين المبيدات الحديثة التى تُعد مشتقات أو صورًا مختلفة من النيكوتين. تلك التى يطلق عليها اسم neo-nicotinoids، ومنها الـ imidacloprid، والـ thiacloprid، والـ nitempiran، والـ acetamiprid، والـ thiamethoxam (Silva-Aguayo & Cancelodo ٢٠٠٦).



شكل (٤-٤): التركيب البنائي للنيكوتين.

الكافيين

تؤدى معاملة التربة بمحلول كافيين caffeine بتركيز ٢٪ إلى طرد كلاً من البزاقات slugs (مثل: *Veronicella cubensis*)، والقواقع snails (مثل: *Zonitoides arboreus*)، وإلى موت نسبة عالية جدًا منها بصورة أكثر كفاءة من استعمال المبيد metaldehyde، وهو المبيد التجارى القياسى المستعمل فى مكافحة القواقع (Hollingsworth وآخرون ٢٠٠٢).

مستخلص الثوم

يحتوى المنتج التجارى Garlic Barrier Insect Repellent على ٩٩,٣٪ عصير ثوم. وهو يستخدم كطارد لعديد من الحشرات، منها: المنّ، والخنافس. والناخرات. والديدان القاطعة، ونطاطات الأوراق، وصانعات الأنفاق، والـ maggots، والخنافس المغبرة، والحشرات القشرية، والذباب الأبيض.

مستخلص الفلفل الحار

يحتوى المنتج التجارى Hot Pepper Waxo Insect Repellent على كابسايسين capasaicin والمركبات القريبة منه بنسبة ٣٪، وهو يستعمل كطارد لعديد من الحشرات، منها: المنّ، والعنكبوت الأحمر، والتربس، وصانعات الأنفاق، والذبابة البيضاء، والحشرات القشرية.

تجب المعاملة بطاردات الحشرات قبل وصولها إلى الحقل كى تبعدها عنه لأن رش

النباتات — المصابة بالفعل بالحشرات — بالطاردات قد لا يكون مفيدًا (hortIP-B. M. Drees Texas A & M — الإنترنت — ٢٠٠٦).

الاسبينوساد

يتكون الاسبينوساد Spinosad من الاسبينوسينين A، و D، وهى مواد تنتج من التخمر الهوائى لنوع الأكتينوميسيت *Saccharopolysora spinosa*. ولقد وجد هذا النوع النادر فى عينة تربة من إحدى جزر البحر الكاريبى فى عام ١٩٨٢. هذا .. وتتواجد الأكتينوميسيات كبكتيريا خيطية فى التربة وتعطيها رائحة طيبة.

بدأ توفر المبيد فى المنتج التجارى Tracer الذى يحتوى على مواد حاملة غير مصرح بها فى الزراعات العضوية، ولكنه توفر بعد ذلك فى المنتج التجارى Entrust 80WP المجاز للزراعة العضوية.

للاسبينوساد تأثير واسع وسريع، ويؤثر على الجهاز العصبى للحشرات بالملامسة ومعويًا، ويؤدى إلى موتها فى خلال ٢٤–٤٨ ساعة من المعاملة. وعلى الرغم من أن الاسبينوساد ليس جهازيًا بدرجة عالية إلاّ أن حركته القليلة فى الأوراق تفيد فى قتل صانعات الأنفاق.

ومن بين التحضيرات التجارية للاسبينوساد ما يلى:

Entrust	Conserve
Tracer	Justice
Success	GF-120
Spinosad	Spin Tor

يتحلل الاسبينوساد بفعل الأشعة الشمسية وتقدر فترة نصف حياته بين ١,٦، و ١٦ يومًا حسب شدة التعرض للأشعة الشمسية. هذا .. بينما لا يتحلل المركب بفعل الماء، ولكن وجوده فى الماء مع التعرض لأشعة الشمس يزيد من سرعة تحلله. يمكن أن يتراكم الاسبينوساد فى التربة مع تكرار المعاملة ويبقى فعّالاً بيولوجيًا.

يعد الاسبينوساد قليل السمية للطيور، ومتوسط السمية للأسماك، وشديد السمية للنحل؛

ولذا .. يتعين الحذر من الإضرار بخلايا النحل عند المعاملة بالمبيد. ويعد المبيد ضعيف السمية كثيرًا على الثدييات بما فيها الإنسان.

ويفيد الاسبينوساد فى مكافحة ديدان حرشفية الأجنحة، والخنافس، والتربس، والذباب، وصانعات الأنفاق، كما يؤثر على العناكب عند استعماله بتركيزات عالية (عن Resource Guide for Organic Insect and Disease Management — الإنترنت — ٢٠٠٦).

ويستخدم الـ spinosad — على نطاق واسع — فى مكافحة التربس *Frankliniella occidentalis*، إلاّ أنه قد تكون له — كذلك — تأثيرات سلبية على المفترسات التى يمكن أن تستخدم فى المكافحة الحيوية، مثل *cucumeris* (=Amblyseius) *Neoseiulus* (Van Driesche وآخرون ٢٠٠٦).

ويكون استعمال الاسبينوساد — عادة — بمعدل ١٢–٧٠ جم مادة فعالة للفدان (Virginia Tech. — الإنترنت — ٢٠٠٧).

الزيوت البستانية

إن الزيوت البستانية قد تكون زيوت بترولية مكررة (منقاة) بدرجة عالية، أو زيوت نباتية، وهى تخلط بمادة مستحلبة.

ومن أهم مميزاتها الأمان، وفاعليتها الجيدة، مع محدودية تأثيرها على الحشرات النافعة.

ويجب عدم استعمال الزيوت على النباتات الحساسة أو تلك المعرضة لظروف الجفاف لأن ذلك يزيد من تعرضها للأضرار، كما لا يجب استعمالها عند ارتفاع الحرارة عن ٣٨°م، أو عند ارتفاع الرطوبة النسبية.

تؤثر الزيوت على الحشرات من خلال الآليات التالية:

١– إصابة الحشرة بالاختناق نتيجة لسدّ الزيت للفتحات الهوائية spiracles التى تتنفس الحشرة من خلالها.

٢– تفاعل الزيوت مع الأحماض الدهنية للحشرة، مما يتعارض مع أيضها الطبيعى.

٣- التعارض مع تغذية الحشرة.

ويجب عدم خلط الزيوت مع الكبريت أو مع المبيدات المحتوية على الكبريت مثل الكابتان والكاراثين بسبب احتمال تفاعل الكبريت مع الزيت؛ مما يترتب عليه تكوين مواد سامة للنباتات. ويوصى مع غالبية الزيوت عدم استعمالها قبل مضى ٣٠ يومًا على آخر معاملة بالكبريت (Colorado State University — الإنترنت — ٢٠٠٦).

يدخل ضمن الزيوت المستعملة لأجل مكافحة الأمراض والآفات كلا من الزيوت البترولية (المعدنية) والزيوت النباتية وزيوت الأسماك، كما قد تكون الزيوت طبيعية أو مخلقة synthetic. يدخل ضمن الزيوت المخلقة أو المصنعة بعض أنواع الزيوت البترولية، وهى زيوت بترولية منقاة بدرجة عالية، تستعمل فى مكافحة الحشرات. وجميع الزيوت المعدنية المستعلمة فى المكافحة هى من الزيوت الخفيفة.

أما الزيوت النباتية وزيوت السمك فإنها تصنف على أنها دهون تحتوى على هيدروكربونات طويلة السلسلة. وتتضمن الدهون أحماضًا دهنية، وجليسريدات، واستيرولات، وأكثر الأحماض الدهنية تواجدًا هى أحماض البالمتك palmitic، والاستيريك steric، واللينوليك linoleic، والأوليك oleic. ويُتحصل على الزيوت النباتية أساسًا من البذور، بينما يُتحصل على زيوت السمك كمنتج إضافى من صناعات الأسماك.

ومن الزيوت الأخرى التى أظهرت فاعلية فى المقاومة الزيوت الأساسية (أو الطيارة) المتحصل عليها من نباتات مثل الكافور، والنعناع، والثوم.

تؤثر الزيوت فى مدى واسع من الحشرات، مثل المنّ، والتربس، والذباب الأبيض، والخنافس المغبَّرة، والحشرات القشرية، كما تستعمل ضد الأكاروسات. هذا .. ولم تظهر بأى من تلك الآفات مقاومة وراثية ضد الزيوت.

قد تزود التحضيرات التجارية للزيوت بالمستحلبات، وإن لم يكن الأمر كذلك فإنه يلزم تزويدها ببعض المواد الناشرة لأجل تأمين تغطية كاملة لجميع الأسطح النباتية بالزيت عند الرش، مع ضرورة الرش عدة مرات.

وكلما انخفضت قدرة الزيت المستعمل على التبخر كلما ازدادت فرصة سميته للنبات

ذاته. ولأن التبخر يكون أبطأ فى الجو الرطب، فإنه يوصى بعدم رش الزيوت عند ارتفاع الرطوبة النسبية.

ولخفض الأضرار التى قد تنشأ عن استعمال الزيوت يوصى بما يلى:

١- عدم زيادة التركيز المستعمل عن ١٪ حجما بحجم.

٢- عدم الرش عند ارتفاع الحرارة عن ٢٧°م.

٣- أن يكون الرش على صورة رذاذ دقيق جدًّا.

٤- توفير رج جيد بتانك الرش.

٥- التأكد من أن كل الزيت على صورة مستحلب.

ومن بين الأنواع العالمية المتوفرة من الزيوت، ما يلى:

١- الزيوت البترولية — مثل JMS Stylet Oil، و PureSpray.

٢- الزيوت النباتية .. مثل Concern، و Carrier، و Natur'l Oil.

٣- زيوت الأسماك .. مثل Organocide، و Seacide (عن Resource Guide for Organic Insect and Disease Management — الإنترنت — ٢٠٠٦).

إن معظم الزيوت المستخدمة فى مكافحة الحشرات هى مشتقات من البترول الخام. وقد كان الكيروسين هو أول ما استخدم لهذا الغرض من أكثر من ٢٠٠ عام.

تتميز الزيوت بفاعلية كبيرة ضد الأكاروس وعديد من الحشرات؛ مثل المنّ، والحشرة القشرية، وبعض الخنافس. وهى تتميز بتأثيرها الفعال ضد مختلف الأطوار الحشرية من البيضة إلى الحشرة الكاملة. كما أن معظم الزيوت المستخدمة اختيارية؛ بمعنى أنها تؤثر على الحشرة المستهدفة، دون أن تؤثر على الأعداء الطبيعية للحشرات. هذا .. فضلاً على أنه لم تظهر إلى الآن — وبعد عدة عقود من استعمالها فى البساتين — أية حشرات مقاومة للزيوت التى استخدمت فى مكافحتها.

ومن المميزات الأخرى للزيوت أنها قليلة السمية بالنسبة للثدييات، وأنها تتحلل سريعًا — بفعل العوامل الجوية والنشاط البكتيرى — إلى مركبات أخرى أقل ضررًا على البيئة. هذا .. فضلاً على رخص أسعارها مقارنة بالمبيدات العادية.

ويؤدى خلط الزيوت مع المبيدات الحشرية العادية إلى زيادة فاعلية المبيدات بدرجة كبيرة واستمرارها لفترة أطول.

هذا .. ويتعين — لكى تكون الزيوت فعالة فى المكافحة — أن يتم رشها بشكل جيد؛ بحيث يغطى كل سطح الحشرة بغشاء رقيق من الزيت.

وقد استخدمت عديد من التحضيرات التجارية من زيوت المبيدات البترولية، والزيوت النباتية الخام، وزيت الطعام العادى (مثل: زيت فول الصويا، وزيت عباد الشمس، وزيت القرطم، وزيت الذرة، وزيت الفول السودانى) فى مكافحة عديد من حشرات وأكاروسات الخضر والفاكهة، وخاصة الساكنة منها.

وتجدر الإشارة إلى أن فاعلية الزيوت فى مكافحة الحشرات والأكاروسات تقتصر — فقط — على ما يتواجد منها على الأسطح النباتية وقت المعاملة؛ بمعنى أنها لا تعطى النبات حماية مما قد يصل إليه من أفراد جديدة من الحشرات بعد المعاملة.

الزيوت البترولية والمعدنية

تستخدم الزيوت البترولية (أو المعدنية) فى مكافحة طور البيضة لمختلف الأكاروسات والحشرات بمنعها التبادل الطبيعى للغازات من خلال سطح البيضة. أما مع الأطوار الأخرى للأكاروسات والحشرات فإن الزيوت يمكن أن توقف جهاز التنفس؛ مما يؤدى إلى اختناقها أو إلى تحلل النسيج الخارجى (الكيتوتكل) للأكاروس أو الحشرة. كذلك يمكن أن تخترق الزيوت أنسجة الحشرات وتحللها، أو تؤثر فيها بفعل المركبات الطيارة بالزيوت. وغالبًا .. فإن للزيوت النباتية وزيوت الأسماك تأثيرات مماثلة. هذا بالإضافة إلى أن جميع الزيوت يمكن أن تغير من سلوك الحشرات والأكاروسات؛ مما يجعلها تتجنب وضع بيضها وتؤثر فى تغذيتها.

وإلى جانب التأثير المباشر للزيوت على الحشرات والأكاروسات، فإنها يمكن أن توفر مكافحة للفيروسات التى تنقلها الحشرات؛ ذلك لأن مجرد وجود الزيت البترولى على السطح النباتى تجعله يعلق بقليم المنّ وتمنعه من اكتسابه لجزيئات الفيرس ونقله إلى نباتات أخرى.

وكما أسلفنا .. فإن كلا من الزيوت البترولية والنباتية تعمل – كذلك – على تثبيط بعض الفطريات المسببة للأمراض النباتية، وخاصة فطريات البياض الدقيقي. وربما يتم ذلك من خلال إتلافها للأغشية الخلوية للفطريات أو إعاقتها لتعلق الجراثيم بالسطح النباتى. أو إنبات الجراثيم.

وقد تخلط الزيوت مع مبيدات أخرى بغرض زيادة كفاءتها.

قد تستخدم الزيوت البترولية خلال فترة السكون (من ديسمبر إلى فبراير) – حيث يطلق عليها اسم dormant oils للتخلص من المنّ والعنكبوت الأحمر والحشرات القشرية بحجب الهواء (الأكسجين) عنها، وقد تستخدم أثناء فترة النمو النشط – حيث يطلق عليها اسم – summer oils – لمكافحة عديد من الحشرات، كما أنها تفيد فى مكافحة البياض الدقيقى والأصداء.

تظهر أضرار المعاملة بالزيوت البترولية فى الحالات التالية:

١– إذا استخدم الزيت بتركيز عالٍ.

٢– إذا استخدم وقت تعرض النباتات لشدٍ رطوبى.

٣– إذا كانت الحرارة وقت المعاملة تزيد عن ٣٢°م.

وتبلغ الـ LSD_{50} للزيوت ٥٠٠٠مجم/كجم (Colorado State University –الإنترنت – ٢٠٠٦).

وقد أفاد استعمال الزيت المعدنى مع المبيد bifenthrin فى مكافحة عدد من حشرات الكوسة كان منها: منّ القطن، والذبابة البيضاء، و *Diaphania nitidalis*، و *D. hyalinata* (Webb ١٩٩٤).

كما أعطى الرش الأسبوعى بالزيت المعدنى بتركيز ١٪ على مدى ١١ أسبوعًا مكافحة جيدة لمعظم حشرات الطماطم فى أستراليا (Singh وآخرون ٢٠٠٠).

الزيوت النباتية

لا يقتصر الأمر على الزيوت المعدنية – فقط – فى مكافحة المنّ وما ينقله من فيروسات،

بل إن الزيوت النباتية، مثل زيت بذور اللفت المنقى تفيد — كذلك — فى هذا الأمر (Martin وآخرون ٢٠٠٤).

وقد أمكن مكافحة دودة كيزان الذرة *Helicoverpa zea* فى الذرة السكرية بالرش بأى من زيت الذرة أو بالبكتيريا *Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki* (Cook وآخرون ٢٠٠٣).

تعد الزيوت الأساسية essential oils من الزيوت النباتية التى يمكن الاستفادة منها فى مقاومة الحشرات، علمًا بأنها تؤثر فيها كسموم وكمبخرات، ومضادات تغذية، وطاردات (Regnault-Roger ١٩٩٧).

تُعد بعض الزيوت الأساسية وبعض مكوناتها الرئيسية، مثل: الـ thymol، والـ citronellal، والـ eugenol سامة لعدد من الحشرات (Waliwitiya وآخرون ٢٠٠٥).

وقد أدت المعاملة بالزيوت الأساسية لأى من العتر marjoram (وهو: *Origanum majorana*)، والخُزامى (اللافندر) lavender (وهو: *Lavandula angustifolia*)، والنعناع mint (وهو: *Mentha arvensis*) إلى إعاقة تغذية الإناث البالغة لتربس البصل *Thrips tabaci* عند استعمالهم بأى تركيزات تراوحت بين ٠,٠١٪، و ١٪، وكذلك عند المعاملة بزيت حصى البان rosemary (وهو: *Rosmarinus officinalis*) بتركيز ١٪. وأيضًا أعيقت تغذية التربس لدى المعاملة بأى من الـ linalool أو الـ eugenol بأى تركيز وبالـ terpinen-4-ol بتركيز ١٪ (Koschier وآخرون ٢٠٠٢).

الصابون السائل

يتكون الصابون السائل المستخدم فى مكافحة الآفات من أملاح البوتاسيوم والأمونيوم للأحماض الدهنية، ويُسمح باستخدامه كمبيد للحشرات والعناكب والطحالب. ولكن لا يسمح باستخدامه — حاليًا — فى الزراعات العضوية كمبيد فطرى أو مبيد حشائش.

يتم اختيار الصابون السائل من أنواع ليس لها سمية للنباتات، إلاّ إذا كان استعمالها كمبيد حشائش.

يعمل الصابون السائل على الحشرات بتعطيل وتمزيق طبقة الكيوتكل الخارجية؛ مما

يتسبب فى تدمير أجسامها الطرية. ولكى يكون الصابون فعّالاً فإنه يجب أن يغطى كل جسم الحشرة. وليس للصابون تأثير يذكر على بيض الحشرات. ويذكر — كذلك — أن الصابون السائل يفيد فى مكافحة البياض الدقيقى.

ومن بين الحشرات التى يؤثر فيها الصابون السائل المنّ والذباب الأبيض، والخنافس المغبرة، وكذلك الأكاروسات.

ومن بين أنواع الصابون السائل المتوفرة تجاريًّا كمبيدات: M-Pede، و Safer. وتعد نباتات الخيار حسّاسة للمبيد الأول (عن Resource Guide for Organic Insect and Disease Management — الإنترنت — ٢٠٠٦).

لا يعرف على وجه التحديد كيف يعمل الصابون ضد الحشرات، ولكن الاعتقاد السائد أنه يزيل الدهون والطبقة الشمعية الخارجية المغلفة لأديم الحشرة؛ مما يجعلها تفقد رطوبتها سريعًا إلى أن تجف وتموت. كما يعتقد بأن لبعض أنواع الصابون خصائص أخرى قاتلة للحشرات من خلال تأثيرها على جهازها العصبى. ونظرًا لأن تأثيرها يكون فقط — على الحشرات الآكلة للنباتات، فإنها لا تؤثر على غيرها من الحشرات النافعة سواء أكانت من المفترسات، أم من المتطفلات. كذلك فإن الرش بمحاليل الصابون تحت ضغط عالٍ قد يغسل بعض الحشرات من على النباتات، كما قد يفقد بعضها الآخر قدرته على الحركة فى ماء الصابون؛ مما يجعل من السهل غسيله من على النباتات.

يقتل الصابون عديدًا من الحشرات منها المنّ، والخنافس المغبّرة، والذبابة البيضاء، والحشرات القشرية الطرية، ولكن يتعين تكرار الرش على فترات متقاربة لتحقيق مكافحة جيدة.

وقد يمكن استعمال الصابون السائل المستخدم فى المنازل فى المكافحة بتركيز ١–٢٪، ولكن لا يجب استعمال مساحيق الغسيل وغيرها من المنظفات الصناعية.

يتعين عند المعاملة بالصابون وصول محلول الرش إلى الحشرة ذاتها؛ ذلك لأنه ليس للصابون أى فاعلية متبقية بعد ذلك. وهو يستخدم — عادة — بتركيز ٢٪.

قد تكون بعض النباتات حساسة للصابون؛ لذا يلزم اختبار محلول الرش على عدد

محدود من النباتات قبل معاملة الحقل كله. ويقدر الـ LSD_{50} للصابون بنحو ١٦٩٠٠ مجم/كجم.

وقد وجد أن منتجات الصابون السائل والمنظفات الصناعية والزيوت المعدنية لا تعطى نتائج إيجابية فى مكافحة ذبابة البيوت المحمية البيضاء على الطماطم إلاّ بقدر أضرار السمية التى تحدثها تلك المنتجات بالأوراق؛ بمعنى أن زيادة الضرر تؤدى إلى نقص أعداد الذبابة (Sclar وآخرون ١٩٩٩).

الكاولين

يعد الكاولين kaolin أحد أنواع الطين الذى ينتج بفعل عوامل التجوية على معدن الـ feldspar، وهو يحتوى — أساسًا — على الكاولينيت kaolinite. يُطحن الكاولين لأجل تجانس حبيباته ويُعامل به معلقًا فى الماء، حيث يشكل — بعد جفاف الماء — غشاء أبيضًا رقيقًا على الأسطح الورقية وكذلك سطوح السيقان والثمار.

يعمل الكاولين بعدة طرق؛ فهو يعد حاجزًا فيزيائيًّا يمنع الحشرة من الوصول إلى النسيج النباتى المرغوب فيه من قِبلَ الحشرة، كذلك فإنه يعمل كمادة طاردة حيث يجعل السطح النباتى غير مناسب لتغذية الحشرة أو وضع بيضها عليه، كما قد يتسبب غشاء الكاولين فى تغيير اللون الطبيعى للسطح النباتى؛ مما يزيد من صعوبة تعرف الحشرة على عائلها. هذا فضلاً عن عمل جزيئات الكاولين كمثيرات أو مهيجات للحشرات. ومع التصاق جزيئات الكاولين بجسم الحشرة فإنها تسبب مضايقات لها.

وقد وجد — كذلك — أن الكاولين يلعب دورًا فى مقاومة أمراض وحشرات الحبوب المخزنة.

يتوفر الكاولين كمسحوق قابل للبلل يخلط مع الماء، مع ضرورة استعمال كميات كبيرة من الماء، ومع الرج المستمر للمعلق أثناء الرش. ويمكن خلط الكاولين مع الصابون السائل ومع معظم المبيدات الحشرية، ولكن لا يجوز خلطه مع النحاس أو الكبريت أو مخاليط بوردو.

ولا يعمل الكاولين بكفاءة إلا إذا وصل إلى جميع الأسطح النباتية.

ومن أكثر التحضيرات التجارية للكاولين شيوعًا المنتج سَرَّوند Surround.

ويفيد الكاولين فى مكافحة بعض ديدان حرشفية الأجنحة، والسوس، ومنّ الكرنب، وتربس البصل، والخنفساء البرغوثية، والذبابة البيضاء، وخنفساء الخيار وذلك بدرجات متفاوتة، إلاّ أن الكاولين يؤثر سلبيًّا — كذلك — على الحشرات النافعة (Resource Guide for Organic Insect and Disease Management — الإنترنت — ٢٠٠٦).

أثبت الكاولين كفاءة عالية فى مكافحة التربس فى البصل، حيث تعارض مع وضع الحشرة لبيضها، وقلل الفقس، وأدى إلى زيادة طول فترة تطور الأطوار اليرقية، وزيادة معدلات موت الأفراد. ولكن يعاب على استخدام الكاولين فى المكافحة ضرورة تكرار الرش عدة مرات على فترات متقاربة لتوفير غشاء الكاولين — بصورة دائمة — على النموات الورقية الجديدة (Larentzaki وآخرون ٢٠٠٨).

التربة الدياتومية

تتكون التربة الدياتومية diatomaceous earth من محارات السيليكا المتحجرة لكائنات مائية صغيرة وحيدة الخلية تسمى دياتومات diatoms، وهى التى كانت قد تكونت — منذ نحو ٣٠ مليون سنة — كترسبات عميقة من الدياتوميت diatomite. تُجمع تلك الترسبات وتطحن إلى أن تأخذ مظهر وملمس بودرة التلك. تستعمل البودرة كمبيد حشرى ذو أساس معدنى.

تمتص التربة الدياتومية الطبقة الشمعية التى توجد على سطح الحشرة؛ مما يجعل الحشرة تفقد رطوبتها، كما قد تعمل على تجريح طبقة أديم الحشرة. وهى تفيد فى مكافحة نطاطات الأعشاب، والبزاقات، والحشرات ذات الأجسام الرخوة مثل المنّ.

وتتوفر تحضيرات للتربة الدياتومية إما منفردة وإما مخلوطة مع البيرثرن، ويقدر الـ LSD_{50} لها بنحو ٣١٦٠–٨٠٠٠ مجم/كجم (Colorado State University — الإنترنت — ٢٠٠٦).

مضادات التغذية

إن مضادات التغذية الحشرية المعروفة تنتمى إلى مجموعات كيميائية معينة، مثل:

polyacetylenes	chromenes
quassinoids	saponins
cyclopropanoid acids	cucurbitacins
alkaloids	phenolics
terpene derivatives	terpenes

ونجد أن المركب الواحد قد يلعب أدورًا مختلفة فى الأنواع الحشرية المختلفة.

وقد يمكن — مستقبلاً — الاستفادة من تقنيات الهندسة الوراثية فى إنتاج نباتات قادرة على إنتاج مضادات تغذية معينة لحمايتها من آفاتها الحشرية الهامة (Koul ٢٠٠٨).

منظمات النمو الحشرية

تُعد منظمات النمو الحشرية أقل المبيدات الحشرية سمية، وهى تقتل الحشرات — فقط — بإحداث اضطرابات فى تطورها. تتميز تلك المركبات بأن مسارات فعلها فى الحشرات معقدة؛ الأمر الذى يُستبعد معه تطوير الحشرات مقاومة لها.

ويمكن لمنظمات النمو الحشرية — أن تعمل من خلال عدد من المسارات، كما يلى:

١– قد يمكنها محاكاة هرمونات الأطوار الصغيرة juveniles؛ وبذا .. لا تصل الحشرة — أبدًا — لطور التكاثر.

٢– قد يمكنها إعاقة إنتاج الشيتين الذى يوفر الحماية الخارجية لمعظم الحشرات.

٣– قد تتعارض مع عملية الانسلاخ الحشرى.

وتعمل منظمات النمو الحشرية — غالبًا — بعد أن تتناولها الحشرة فى غذائها، ولذا .. يتعين أن يكون الرش شاملاً لكل الأسطح النباتية، وهى تتطلب مرور عدة أيام قبل ظهور فعلها، كما أنها لا تؤثر على الأطوار البالغة.

ولا تؤثر منظمات النمو الحشرية على الكائنات غير المستهدفة من المقاومة. مثل: الإنسان، والطيور، والأسماك، والحيوانات المختلفة، كذلك فإنها لا تؤثر على الأطوار البالغة من الحشرات النافعة التى يتم إطلاقها لأجل المكافحة الحيوية؛ لأن تلك المبيدات لا تؤثر – بطبيعتها – فى الأطوار البالغة.

وتجدر الإشارة إلى أن تلك المركبات لا يُسمح باستعمالها فى الزراعات العضوية لأنها مصنعة وليست طبيعية (Attra – الإنترنت – ٢٠٠٨).

إن من بين منظمات النمو الحشرية المستعملة تجاريًا ما يلى (عن Attra ٢٠٠٨).

الاسم التجارى	الشركة المنتجة	الحشرات التى يكافحها
Adept	Uniroyal Chemicals	بعوضة الفطر fungus gnats
Azatin	Hydro-Gardens, Olympic Horticultural Products	الذباب الأبيض وصانعات الأنفاق والخنافس المغبَّرة وبعوضة الفطر والمنّ والديدان القياسية والفراشات ذات الظهر الماسى ودودة ورق القطن
Citation	Novartis	صانعات الأنفاق وبعوضة الفطر
Confirm	Rohm & Hass	ديدان حرشفية الأجنحة
Dimilin	Uniroyal Chemicals	دودة ورق القطن والذباب الأبيض وبعوضة الفطر
Distance	Valen	الذباب الأبيض وبعوضة الفطر
Enstar II	Wellmark Intl	الذباب الأبيض وبعوضة الفطر والمنّ والحشرات القشرية والخنافس المغبّرة
Insegar	Novartis	ديدان حرشفية الأجنحة والحشرات القشرية
Neemazad	Thermo Trilogy	الذباب الأبيض وصانعات الأنفاق والتربس والخنافس المغبِّرة والمنّ وبعوضة الفطر والديدان القياسة والفراشات ذات الظهر الماسى ودودة ورق القطن

الاسم التجارى	الشركة المنتجة	الحشرات التى يكافحها
Neemix	Thermo Triology	الذباب الأبيض وصانعات الأنفاق والتربس والخنافس المغبِّرة والمنّ وبعوضة الفطر والديدان القياسة والفراشات ذات الظهر الماسى
Precision	Novartis	الذباب الأبيض والحشرات القشرية الطرية وبعوضة الفطر وصانعات الأنفاق
Preclude	Whitemore Micro-Gen	الذباب الأبيض والتربس والحشرات القشرية والمن
Pyrigo	Whitemore Micro-Gen	الذباب الأبيض وبعوضة الفطر والحشرات القشرية
Trigard	Novartis	صانعات الأنفاق

تعقيم الحشرات

يكون تعقيم الحشرات – بهدف الحد من تكاثرها – بإحدى طريقتين، كما يلى:

١- التعقيم الطبيعى:

يتم ذلك بتربية ذكور الحشرة التى يُرغب فى مكافحتها، وتعقيمها بتعريضها لجرعات معينة من أشعة إكس، ثم إطلاقها؛ لكى تتزاوج مع الإناث، ولكن البيض الذى تضعه تلك الإناث يكون عقيمًا ولا يفقس.

٢- التعقيم الكيميائى:

من أمثلة المركبات – التى استعملت فى تعقيم بعض الحشرات – مشتقات الأزيريدين aziridine، والأفاميد Aphamide، والأفولات Apholate، وتيبا Tepa. و متيبا Metepa. وقد استخدم المركبان الأخيران بنجاح – فى مصر – فى تعقيم ذكور وإناث فراش دودة القطن العادية (عن حماد وعبدالسلام ١٩٨٥).

الفصل الخامس

استعمال المبيدات فى مكافحة الأمراض والآفات

أصبحت المعاملة بالمبيدات من الممارسات الزراعية التى تجرى بصورة روتينية فى حقول إنتاج الخضر. وبالرغم من أن أحد أهداف هذا الكتاب الحد من استعمال المبيدات مكافحة آفات الخضر، إلا أن الاستغناء عنها كلية أمر ليس واردًا؛ فهى أحد العناصر الأساسية فى المكافحة المتكاملة.

تستخدم المبيدات — بصفة أساسية — فى مجال الوقاية من الأمراض والآفات، إما بجعلها على شكل غطاء رقيق يحيط بالأعضاء النباتية، وإما بجعلها فى صورة جهازية داخل النبات. ففى كلتا الحالتين يؤدى المبيد إلى وقاية النبات من الإصابة. كما قد يستخدم المبيد — كعلاج يؤدى إلى موت الآفة — فى الأجزاء النباتية المصابة، أو يوجه نحو الآفة فى بيئة الزراعة. وفى كلتا الحالتين الأخيرتين يكون الهدف من استعمال المبيد هو تحقيق مبدأ الاستئصال.

وتستخدم المبيدات على نطاق واسع فى مكافحة الحشائش، والأمراض الفطرية، والحشرات، والأكاروس، والنيماتودا، والقوارض، كما يوجد القليل من المبيدات التى تستخدم فى مكافحة الأمراض البكتيرية، بينما لا توجد مبيدات تفيد مع الفيروسات النباتية.

يوجد لكل مبيد — عادة — اسمان: يعرف أحدهما بالاسم العادى Common Name، وهو يبدأ — فى الإنجليزية — بحرف صغير، ويعرف الآخر بالاسم التجارى Trade Name، وهو يبدأ — دائمًا — فى الإنجليزية بحرف كبير. وقد تنتج المبيد الواحد أكثر من شركة، ويعرف — حينئذٍ — بأسماء تجارية مختلفة، بالرغم من تماثل المادة الفعالة فى كل مبيد منها.

وتتوفر المبيدات على الصور التالية:

١- مساحيق تعفير dust.

٢- مساحيق قابلة للبلل wettable powder.

٣- مستحلبات مركزة emulsible concentrate.

٤- حبيبات granules.

تستعمل مساحيق التعفير بنفس الصورة التى تباع عليها باستعمال العفّارات. وتخفف المساحيق القابلة للبلل والمستحلبات بالماء، وتعامل بها النباتات رشا بالتركيزات الموصى بها. أما الحبيبات، فهى عبارة عن كتل طينية صغيرة مشبعة جيدًا بالمبيد. وتتم المعاملة بها بالطائرات، أو بآلات التسميد، أو بآلات الزراعة، وتستخدم لمعاملة كل من التربة والنبات. ومن أهم مميزاتها أنها لا تترك بقايا سامة كثيرة كما فى حالات التعفير والرش.

المبيدات الفطرية

تُصنف المبيدات الفطرية إل فئتين، هما: الوقائية protectants، والعلاجية eradicants.

تُستعمل المبيدات الوقائية كحاجز كيميائى ضد الإصابة بالفطريات، وهى لا تمتص بواسطة النباتات، ولا تؤثر فى الإصابات الموجودة بالفعل، وليس لاستعمالها من هدف سوى منع إنبات الجراثيم الفطرية وإصابتها للنبات. وإذا ما كانت هناك إصابة ما فإن البقع المرضية تتكون وتنتج مزيدًا من الجراثيم الفطرية على الرغم من تواجد المبيد الوقائى على السطح الخارجى للنبات. ونظرًا لحتمية ملامسة المبيد الوقائى للجرثومة النابتة لكى يكون فعالاً، فإن التغطية غير التامة للسطح النباتى بالمبيد الوقائى يمكن أن ينتج عنها مستويات عالية من الإصابة. ولذا .. تجب المعاملة بالمبيدات الوقائية عدة مرات خلال موسم النمو وبطريقة تسمح بتوفير تغطية مقبولة بالمبيد.

تعد المبيدات الوقائية واسعة المدى broad spectrum ذلك لأنها غالبًا ما تكون مؤثرة فى مجموعات متباينة من الفطريات المرضة.

هذا .. وتعد المبيدات النحاسية من المبيدات الفطرية الوقائية المتوسطة الفاعلية، فضلاً عن كونها من المبيدات البكتيرية الأساسية.

أما المبيدات العلاجية فإنها تسمى – كذلك – بالجهازية systemic لأنها تُمتص داخل النبات، حيث يمكنها التخلص من الإصابات المتواجدة بالفعل. ومن مميزات استعمال المبيدات الجهازية أنها لا تتطلب التغطية الكاملة للأسطح النباتية؛ وبذا لا يلزم معها تكرار المعاملة على فترات متقاربة. ويمكن اللجوء إلى الفحص الدورى للحقل قبل اتخاذ القرار باستعمال مبيد علاجي. هذا .. إلاّ أن تكرار الاعتماد على مبيد علاجي واحد يمكن أن يترتب عليه تكوين سلالات من الفطر المستهدف تكون مقاومة له. ويمكن الحد من ذلك الخطر باستعمال المبيدات العلاجية مخلوطة بمبيد وقائى واسع المدى.

ويعطى جدول (٥-١) قائمة ببعض المبيدات وبدائل المبيدات الفطرية الشائعة الاستعمال، والمواد الفعالة التى تحتويها، والشركات المنتجة لها.

جدول (٥-١): المركبات الفعالة التى توجد فى بعض المبيدات وبدائل المبيدات الفطرية والشركات المنتجة لها.

الاسم العادى (المادة الفعالة)	الاسم التجارى	الشركة المنتجة
acibenzolar-S-methyl	Actigard	Syngenta
fosetyl-Al	Aliette	Bayer
azoxystrobin	Amistar, Quadris	Syngenta
azoxystrobin, chlorothalonil	Quadris Opti	Syngenta
azoxystrobin, propiconazole	Quilt	Syngenta
boscalid	Endura, Pristine	BASF
chlorothalonil	Bravo 500	Syngenta
	Bravo Ultrex	Syngenta
	Bravo Weather Stik	Syngenta
	Bravo Zn	Syngenta
	Equus	Griffin
	Echo	SIPCAM
copper hydroxide	Kocide 101	Griffin
	Champion	Agtrol
	Champ	Agtrol
copper sulfate basic	Basicop	Griffin
	Cuprofix Disperse	Ceraxagri
	Tribasic Copper Sulfate	Citco

تابع جدول (٥-١).

الاسم العادى (المادة الفعالة)	الاسم التجارى	الشركة المنتجة
copper resinate	Citcop 5E	Tennessee Chemical
cymoxanil	Curzate DF	DuPont
cymoxanil, famoxadone	Tanos	DuPont
cyazofamid	Ranman	ISK Biosciences
cyprodinil/fludioxonil	Switch	Syngenta
fenamidone	Reason	Bayer
dichloro-nitroaniline	Botran	Gowan
dimethomorph	Acrobat, Forum	BASF
iprodione	Rovral	Bayer
mancozeb	Gavel, Dithane M-45, DF	Rohm & Haas, Dow Agroscience
	Manzate 200DF	Griffin
	Penncozeb	Cerexagri
	Penncozeb DF	Cerexagri
maneb	Manex II	Griffin
	Maneb 80	Cerexagri
	Manex	Griffin
mefenoxam	Ridomil Gold Copper	Syngenta
	Ridomi Gold Bravo	Syngenta
	Ridomil Gold EC	Syngenta
	Ridomil Gold MZ	Syngenta
myclobutanil	Nova	Dow Agro
PCNB	Terrachlor	Uniroyal Chemical
phosphorous acid	Agri-Fos	Agrichem
	Phostrol	Nufarm
	Prophyt	Luxembourg
propamocarb	Previcur Flex	Bayer
propiconazole	Tilt, Propimax	Syngenta, Dow Agroscience
pyraclostrobin	Cabrio, Headline EC, Pristine	BASF
pyrimethanil	Scala	Bayer
thiophanate methyl	Topsin M	Cerexagri
triphenyltin hydroxide	Super-tin	Griffin
trifloxystrobin	Flint	Bayer

تابع جدول (٥-١).

الاسم العادى (المادة الفعالة)	الاسم التجارى	الشركة المنتجة
	Gem	Bayer
triflumizole	Procure 50WS	Uniroyal Chemical
zoxamide	Gavel 75DF	Dow Agroscience

المبيدات البكتيرية

لا يوجد سوى القليل من المبيدات التى يمكن استخدامها فى مكافحة الأمراض البكتيرية، فمثلاً .. أمكن مكافحة اللفحة الهالية فى الفاصوليا فى نيوزيلندا، والولايات المتحدة بالرش بمحلول بوردو. وفى الولايات المتحدة كان محلول بوردو أفضل من الاستربتومايسين.

كما أمكن مكافحة كل من البكتيريا *Xanthomonas phaseoli*، و *Pseudomonas syringae*، المسببتين لمرض اللفحة العادية، والتبقع البنى فى الفاصوليا على التوالى برش النباتات بكبريتات النحاس Tribasic Copper Sulphate، أو بأيدروكسيد النحاس Basic Copper Hydroxide.

وتحققت أفضل مكافحة للبكتيريا *Xanthomonas* التى تسبب مرض تبقع الأوراق البكتيرى فى كل من الفلفل والطماطم برش النباتات بمخلوط من الاستربتومايسين مع كبيريتات النحاس، لكن كفاءة الاستربتومايسين انخفضت مع ظهور سلالات جديدة مقاومة من البكتيريا (Dixon ١٩٨١).

كما يذكر Kousik وآخرون (١٩٩٤) أن رش نباتات الفلفل دوريًا بكل من النحاس مع المانيب كان أفضل وسيلة للوقاية من الإصابة بالبكتيريا *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* المسببة لمرض التبقع البكتيرى.

وفيما عدا هذه الأمثلة — وهى التى يمكن اعتبار معظمها من بدائل المبيدات —، فإن استخدام المبيدات فى مكافحة الأمراض البكتيرية يعد قليل الأهمية بالنسبة لطرق المكافحة الأخرى.

المبيدات الحشرية

تصنف المبيدات — حسب طبيعة فعلها على الحشرات — كما يلى:

سموم معدية Stomach Poisons

تُحدث هذه السموم تأثيرها بعد أن تصل إلى الجهاز الهضمى للحشرة؛ حيث تؤثر على بروتين الخلايا، وخاصة خلايا الطبقة الطلائية المبطنة للمعدة الوسطى، وتؤدى إلى ترسيبه.

وتتوفر هذه المبيدات على نوعين، كما يلى:

١- سموم معدية جهازية Systemic Stomach Poisons:

هى مبيدات جهازية بالنسبة للنبات؛ لأنها تنتقل إلى جميع أجزائه بعد معاملة أى جزء منه (البذور التى يراد زراعتها، أو الجذور، أو النموات الخضرية) بها. وربما لا تكون المبيدات ذاتها سامة للحشرة المعنية، ولكنها تتحول بعد امتصاص النبات لها إلى مركبات سامة لتلك الحشرة. وتستمر فاعلية هذه المبيدات — عادة — لعدة أسابيع بعد معاملة النباتات بها.

ومن أهم مميزات المبيدات الجهازية ما يلى:

أ — وقاية النباتات من الآفات الحشرية لفترات طويلة.

ب- استمرار وصولها إلى النموات النباتية الجديدة التى تتكون بعد المعاملة بها؛ الأمر الذى يفيد فى مكافحة الإصابات الجديدة من الآفة.

جـ- يكون تأثيرها ضعيفاً على الطفيليات، والمفترسات، والحشرات النافعة.

هذا .. ولا توجد أية مشاكل تتعلق باستعمال هذه النوعية من المبيدات بالنسبة لحقول إنتاج بذور الخضر المعدة لاستعمالها كتقاو. ولكن استعمالها فى حقول الخضر المعدة للاستهلاك يجب أن يتوقف قبل الحصاد بعدة أسابيع، وبحد أدنى لا يقل — عادة — عن أسبوعين.

٢- سموم معدنية غير جهازية Non-Systemic Stomach Poisons:

تبقى هذه المبيدات بعد المعاملة بها على سطح الثمرة أو النمو الخضرى؛ حيث تحدث تأثيرها على الحشرة بعد قرضها للأسطح النباتية المغطاة بالمبيد.

مبيدات تقتل بالملامسة Contact Insecticides

تقتل هذه المبيدات الحشرات بمجرد ملامستها لها، وتدخل إليها من أى طريق (الجهاز التنفسى، أو الجلد، أو الجهاز الهضمى)، ولا يشترط لفاعليتها أن تكون للحشرة أجزاء فم من نوع خاص؛ فهى تبدأ مفعولها بمجرد ملامسة الحشرة لها.

ومن أمثلة المبيدات التى تقتل بالملامسة ما يلى:

١- مبيدات التبخير Fumigants:

تتم المعاملة بها دائمًا فى صورة غازية، فيما يعرف بـ "عملية التبخير". تستعمل هذه المبيدات فى الأماكن المغلقة، مثل المخازن، والبيوت المحمية. وهى تؤثر عن طريق الفتحات التنفسية.

٢- الأيروسولات Aerosols:

هى مركبات سامة ذائبة فى غاز سائل تحت ضغط؛ حيث تنطلق عند تخفيف الضغط، وتنتشر فى الهواء على صورة جزيئات دقيقة جدًّا من المبيد. وهى - كذلك - تستعمل فى الأماكن المغلقة غالبًا.

٣- المبيدات العادية التى تستعمل رشا تحت ضغط عال.

وتقسم المبيدات الحشرية التى تؤثر بالملامسة - حسب طريقة فعلها - كما يلى:

١- سموم طبيعية Physical Poisons:

يكون تأثير هذه المبيدات طبيعيًّا بحتًا؛ ومن أمثلتها ما يلى:

أ- الزيوت الثقيلة التى تؤدى إلى اختناق الحشرة (Suffocation)؛ بسبب إغلاقها للأنابيب الدقيقة التى تمتد من سطح الحشرة إلى داخلها وتعمل على توصيل الأكسجين إلى جميع أجزائها.

ب- المساحيق الخاملة التى تؤدى إلى تجريح طبقة الجلد. وتعرض الأنسجة الداخلية للجفاف (Dessicating Action)؛ مثل أوكسيد الألومنيوم، والشاركول الذى يؤثر على الحشرة؛ بامتصاص رطوبتها وتجفيفها هيجروسكوبيًّا. وتؤثر تلك المركبات

على الغطاء الزيتى أو الشمعى الرقيق الذى يغطى جلد (Cuticle) الحشرة، ويمنع فقدها لرطوبتها.

٢- سموم تنفسية Respiratory Poisons:

تؤثر هذه المبيدات على الجهاز التنفسى أو إنزيمات التنفس.

٣- سموم عصبية Nervous System Poisons:

تؤثر هذه المبيدات على الجهاز العصبى بقدرتها على نفاذها السريع خلال الأنسجة الليبيدية التى تغلف الأعصاب؛ ومنها معظم المبيدات الكلورونية والفوسفورية (عن عزوع وآخرين ١٩٧٢، و Stimmann وآخرين ١٩٨٦).

ويعطى جدول (٥-٢) قائمة ببعض المبيدات وبدائل المبيدات الحشرية الشائعة الاستعمال، والمواد الفعالة التى تحتويها، والشركات المنتجة لها.

جدول (٥-٢): بيان ببعض المبيدات وبدائل المبيدات الحشرية والأكاروسية الشائعة الاستعمال والمواد الفعالة التى تحتويها والشركات المنتجة لها.

الاسم العادى (المادة الفعالة)	المنتج التجارى	الشركة المنتجة
abamectin	Agri-Mek	Syngenta
acephate	Orthene	Valent
acetamiprid	Assail	Cerexagri
azadirachtin	Neemix	Certis
azinphosmethyl	Guthion	Bayer
Bacillus thuringiensis var. *aizawai*	Agree, Xentari	Certis, Valent
B. thuringiensis var. *kurstaki*	Biobit, Dipel, Javelin, Lepinox	Valent, Certis, DuPont
B. thuringiensis var. *tenebrionis*	Novodor	Mycogen, Novo Nordisk
bifenazate	Acramite	Crompton/Uniroyal
bifenthrin	Capture	FMC
carbaryl	Sevin	Bayer, Helena, Wibur-Ellis
carbofuran	Furadan	FMC
chlorethoxyfos	Fortress	AMVAC
chlorpyrifos	Lorsban	Dow Agrosciences, Gowan
cyfluthrin	Aztec, Naythroid	Bayer
cyhalothrin	Warrior	Syngenta

تابع جدول (٥-٢).

الاسم العادى (المادة الفعالة)	المنتج التجارى	الشركة المنتجة
cypermethrin	Ammo	FMC
cyromazine	Trigard	Syngenta
diazinon	Diazinon	Micro Flo, Gowan, Helena
dimethoate	Dimethoate	Gowan, Helena, Micro Flo
disulfoton	Di-Syston	Bayer
emamectin	Proclaim	Syngenta
endosulfan	Endosulfan, Phaser, Thiodan	Bayer, UCPA, Helena, Micro Flo, Drexel
esfenvalerate	Asna XL	DuPont
ethoprop	Mocap	Bayer
fenpropathrin	Danitol	Valent
imidacloprid	Admire, Provado	Bayer
indoxacarb	Avaunt	PuPont
malathion	Malathion	Many
methamidophos	Monitor	Valent, Bayer
methomyl	Lannate	PuPont
methoxyfenozide	Intrepid	Dow AgroSciences
methyl parathion	Penncap-M	Cerexagri
nbaled	Dibrom	Valent
oxamyl	Vydate	PuPont
permethrin	Ambush, Pounce	AMVAC, FMC
phorate	Thimet	Micro Flo
phosmet	Imidan	Gowan
pymetrozine	Fulfill	Syngenta
pyriproxyfen	Knack	Valent
sodium alumino fluoride	Cryolite, Kryocide	Gowan, Cerexagri
spinosad	Spin Tor/Entrust	Dow Agrosciences
tebufenozide	Confirm	Dow Agrosciences
terbufos	Counter	BASF
thiamethoxam	Actara, Platinum	Syngenta
thiodicarb	Larvin	Bayer
zeta-cypermethrin	Mustang, Mustang MAX	FMC

معاملة البذور بالمبيدات

تتم معاملة البذور بالمبيدات – بمعرفة شركات إنتاج البذور – بإحدى الطرق التالية:

١– المعاملة الجافة Dry Treatment:

يخلط مسحوق المبيد بالبذور، وسواء أكان المبيد سامًّا للإنسان، أم غير سام، فيجب تجنب استنشاقه؛ وذلك باستخدام الأقنعة الواقية؛ لأن وجود الإنسان فى هذا الجو لمدة طويلة يعرضه للأخطار.

٢– المعاملة بالابتلال Wet Treatment:

تتم المعاملة بنقع البذور فى معلق أو محلول المبيد؛ فالكالوميل Calomel مثلاً يكون معلقا فى الماء، أما السليمانى Corrosive Sublimate، فيذوب فى الماء. وبرغم أن هذه الطريقة سهلة، إلا أنها تتطلب إعادة تجفيف البذور؛ الأمر الذى يزيد من تكاليف المعاملة.

٣– المعاملة بالمعجون الرقيق القوام من المبيد والماء Slurry treatment:

يحضر المبيد فى صورة مركزة تعرف بالـ slurry، وهو معجون رقيق القوام من المبيد والماء. وتتم المعاملة بإضافة كميات محدودة من الـ slurry إلى ماكينات معاملة البذور التى تقوم بخلطها معًا بصورة جيدة، وتخرج البذور من الآلة شبه جافة. فلا تلزم إعادة تجفيفها. وتعبأ البذور – عادة – بعد المعاملة مباشرة.

ومن بين المبيدات الفطرية المستعملة فى معاملة البذور ما يلى:

١– الكابتان captan (يحتوى على كابتان).

٢– ماكسيم Maxim (يحتوى على fludioxonil).

٣– ثيرام (يحتوى على ثيرام).

٤– أبرون Apron (يحتوى على mefenoxam).

٥– أليجانس Allegiance (يحتوى على metalaxyl).

التوقيت المناسب للمكافحة بالمبيدات

يفضل – دائمًا – أن يكون الرش فى حالة الأمراض الفطرية وقائيًا؛ أى يجرى قبل

ظهور أية أعراض مرضية، خاصة مع المحاصيل التى تتوقف جودتها وسعرها على مظهرها العام؛ مثل: الخس والكرفس. ويجرى الرش كل ٧-١٠ أيام. وقد تقل الفترة عن ذلك فى المواسم الممطرة بسبب إزالة الأمطار الغزيرة للمبيد، وسرعة انتشار الأمراض الفطرية والبكتيرية فى الجو الرطب.

أما فى حالة الإصابات الحشرية، فإن المعاملة بالمبيدات تكون مع بدء توالد وتكاثر الحشرات؛ أى بعد ظهور مبادئ الإصابة.

ويجب دائمًا فحص حقول الخضر كل ٢-٣ أيام؛ بحثا عن ظهور أمراض أو حشرات جديدة، وأطوار مختلفة من الحشرات؛ حتى تجرى المكافحة فى الوقت المناسب للحصول على أفضل النتائج.

إن الحد من استعمال المبيدات، مع تجنب الخسائر المرضية يتحقق بإجراء الرش فى الوقت المناسب فقط؛ الأمر الذى يتوقف على أربعة أمور، هى:

١- متابعة حالة الإصابة الفعلية تحت ظروف الحقل disease scouting.

٢- متابعة التغيرات فى العوامل الجوية.

٣- وجود برامج للتنبؤات المرضية disease forcasts.

٤- التعرف على الحدود الحرجة thresholds للإصابات المرضية التى يتعين بدء المكافحة عندها.

وتتوفر برامج للتنبؤ بالأمراض خاصة بأمراض معينة، مثل: الندوة المبكرة والندوة المتأخرة فى البطاطس والطماطم، ولفحة أوراق بوتريتس، والألترناريا، والبياض الزغبى فى البصل، والعفن الأبيض فى الفاصوليا الخضراء.

الأمور التى تجب مراعاتها عند استخدام المبيدات فى المكافحة

يجب عند استخدام المبيدات فى مكافحة أمراض وآفات الخضر مراعاة ما يلى:

١- الأمور المتعلقة بالصحة العامة؛ مثل سلامة القائمين بعملية المكافحة (يراعى فى هذا الشأن درجة سمية كل مبيد)، وعدم المعاملة بالمبيدات إلا بعد ضمان مرور فترة لا تقل عن حد معين قبل الحصاد. وتختلف هذه الفترة باختلاف المبيدات، ولكنها نادرًا

ما تقل فى المبيدات الحشرية عن أسبوعين. ويستثنى من ذلك المبيدات النباتية، والزيوت المستخدمة فى المكافحة؛ حيث يمكن المعاملة بها قبل الحصاد بأيام قليلة.

٢- مراعاة مدى سمية المبيدات على النحل. مع الاحتفاظ بالنحل داخل خلاياه أثناء الرش، ولمدة يوم أو يومين بعد الرش فى حالة المبيدات الشديدة السمية للنحل.

٣- التوقيت المناسب للمعاملة بالمبيد بالنسبة لكثافة الإصابة الحشرية؛ فلا يُجرى الرش عند ظهور أفراد قليلة من الحشرات التى يُراد مكافحتها، ولا يؤجل الرش إلى أن يستفحل خطرها وتكثر أضرارها.

٤- يوقف الرش عندما تزيد سرعة الرياح على ١٠ كيلومترات فى الساعة.

٥- يجرى التعفير بمساحيق المبيدات فى الصباح الباكر حينما تكون الأسطح النباتية مبللة بالندى.

٦- عدم إجراء الرش وقت اشتداد درجة الحرارة، أو عند توقع اشتداد الحرارة بعد الرش مباشرة (حتى لا تُضار النباتات من جراء ذلك)، أو عند توقع المطر بعد الرش مباشرة؛ حتى لا يغسل المبيد من على الأسطح النباتية بفعل الأمطار.

٧- عدم تكرار استخدام نفس المبيد مرة تلو الأخرى؛ حتى لا يؤدى ذلك إلى ظهور سلالات من الآفات مقاومة للمبيد المستعمل.

٨- ضرورة أن يغطى محلول الرش كل أجزاء النبات، وأن يكون الرش منتظمًا.

٩- عدم ترك خطوط بدون رش فى الحقل؛ حتى لا تكون مصدرًا لإعادة الإصابة.

١٠- يستعان بمصفاة عند ملء الرشاشات لحجز الشوائب التى تؤدى إلى انسداد البشابير.

١١- يكون سير العمال عند الرش فى اتجاه الريح، وتُوقَفُ عمليةُ الرش فى حالة اشتداد الريح.

هذا .. ويمكن ضمان وصول المبيد إلى كافة أوراق النبات وتغطية الأوراق من سطحيها بزيادة الضغط؛ حتى يكون المبيد فى صور ضباب، فتتعلق قطراته الصغيرة جدًا بأوراق وسيقان النباتات، دون أن تتجمع، وبالتالى لا تسقط على الأرض.

وليس المهم كمية الماء المستعملة فى الرش، لكن المهم هو أن يصل المبيد إلى كافة أجزاء النباتات بالمعدل الموصى به لوحدة المساحة.

استعمال المواد المساعدة لزيادة فاعلية المبيدات

يضاف إلى المبيدات عند المعاملة بها مواد تزيد من فاعليتها، يطلق عليها اسم Adjuvants، وهى قد تكون مواد لاصقة للمبيد على الأسطح النباتية stickers، أو ناشرة له spreaders (تقلل من توتره السطحى)، أو منشطة لفعله activators، أو تؤدى إلى استمرار مفعوله لفترة أطول extenders.

ومن أمثلة المواد المساعدة ما يلى:

المادة (المنتج التجارى)	طبيعة فعلها
بيو ٨٨ Bio - 88	ناشرة ومنشطة
بفراكس Buffer x	ناشرة، ومنشطة، وتحمى النباتات من محاليل الرش القلوية
نوفيلم ١٧ Nu-Film 17	لاصقة، وناشرة، وتطيل فترة مفعول المبيد
ترايتون بى ١٩٥٦ Triton B-1956	لاصقة وناشرة
سوبر فيلم ٧٠ Super-Film 70	ناشرة
بيس Pace	ناشرة
توين ٢٠ Tween 20	ناشرة
رجيوليد Regulaid	ناشرة

متطلبات الأمان عند استعمال المبيدات

بداية .. يجب التعرف على مدى خطورة المبيدات المستعملة

وتقسم المبيدات حسب سميتها إلى أربع فئات، كما يلى:

١- شديدة السمية (class I) .. وتأخذ العلامة (signal word): "خطر" danger، أو "خطر-سم" danger-poison.

٢- متوسطة السمية (class II) .. وتأخذ العلامة: "تحذير" warning.

٣- قليلة السمية (class III) وتأخذ العلامة " احتراس" caution.

٤- غير سام نسبيًّا (class IV) .. وتأخذ العلامة "احتراس" caution.

ويحدد لاستعمال كل مبيدات متطلبات أمان معينة، كما يلى:

١- فترة الأمان لأجل دخول الحقل من جديد reentry interval (اختصارًا REI):

وهى الفترة التى يتعين مرورها بين المعاملة بالمبيد ودخول العمال فى الحقل العامل من جديد دونما حاجة إلى ارتداء ملابس واقية، علمًا بأن نوع الملابس الواقية يختلف باختلاف المبيد المستعمل.

٢- فترة الأمان للحصاد pre-harvest interval (اختصارًا: PHI):

وهى الفترة التى يجب مرورها بين المعاملة بالمبيد وقبل حصاده؛ ليكون استهلاكه آمنًا.

تطوير المسببات المرضية لسلالات مقاومة للمبيدات

تُقسم المبيدات الفطرية إلى مجموعات مرقمة تحتوى كلا منها على مبيدات معينة أو مجموعات معينة من المبيدات، ويبنى هذا التقسيم (الذى وضع بواسطة الـ Fungicide Resistance Action Committee فى الولايات المتحدة الأمريكية) على أساس أمرين. هما:

١- مدى سهولة تطوير الفطريات لسلالات مقاومة لمبيدات كل مجموعة.

٢- مدى تقارب مبيدات كل مجموعة من بعضها البعض.

وتضم المجموعات التالية مبيدات الخضر الفطرية التى تطور المسببات المرضية سلالات مقاومة لها بسهولة ('at risk fungicides')

المجموعة (Group)	المبيدات
Group 1	benzimidazoles (ex. thiabendazole, Mertect, and the previous product benomyl, Benlate) and thiophanates (ex. thiophanate-methyl, Topsin M);
Group 2	dicarboximides (ex. iprodione, Rovral and the previously registered product vinclozolin, Ronilan);

المبيدات	المجموعة (Group)
Demethylation inhibitors (DMIs) *imidazoles* (ex. triflumizole, Procure) and *triazoles* (ex. mycobutanil, Nova; propiconazole, Tilt; and the previous product triadimefon, Bayleton);	Group 3
phenylamides, *acylalanines* (metalaxyl, Ridomil and mefenoxam, Ridomil Gold or Ultra Flourish);	Group 4
carboxamides (ex. flutolanil, MonCoat and Moncut; boscalid, Endura)	Group 7
anilinopyrimidines (ex. cyprodinil, Vanguard and pyrimethanil, Scala);	Group 9
Quinone outside inhibitors (QoI) (ex. azoxystrobin, Quadris; pyraclostrobin, Headline and Cabrio; trifloxystrobin, Flint and Gem	Group 11
phenylpyrroles (ex. fludioxonil, Maxim)	Group 12
quinolines (ex. Quintec, quinoxyfen);	Group 13
aromatic hydrocarbons (ex. dicloran, Botran; quintozene (PCNB), Blocker or Terraclor);	Group 14
cinnamic acids (ex. dimethomorphy, Acrobat of Forum);	Group 15
Quinone inside inhibitors (QII), cyanoimidazole (ex. cyazofamid, Ranman);	Group 21
benzamides (zoxamide, Gavel);	Group 22
glucopyranosyl antibiotic (ex. Streptomycin) (ex. streptomycin sulfate, Agri-mycin 17, and Agricultural streptomycin, and Firewall	Group 25
cyanoacetamideoximes (cymoxanil, Curzate);	Group 27
carbamates (ex. propamocarb, Previcur Flex).	Group 28

لا يجوز استعمال أى من تلك المبيدات فى المكافحة بصورة مستمرة، وإن كان ولابد من استعمالها أحيانًا فإن ذلك يجب أن يتم بالتبادل مع مبيدات من مجموعات أخرى من تلك المبينة أعلاه، أو مع مبيدات من تلك المبينة أدناه، والأفضل الاعتماد على مبيدات المجموعات المبينة أدناه، وهى التى لم تعرف معها أى مشاكل تتعلق بتطوير المسببات المرضية مقاومة ضدها.

وفيما يلى قائمة مجموعات المبيدات الفطرية التى لا توجد خطورة من استعمالها فيما يتعلق بتطوير مقاومة ضدها:

المبيدات	المجموعة (Group)
2,6-dinitroanilines (ex. fluazinam, Omega)	GROUP 29
organo tin compounds, tri phenyl tin compounds (ex. fentin hydroxide, Super Tin)	GROUP 30
phosphonates, ethyl phosphonates (ex. fosety-Al, Aliette), and phosphorous (ex. fhosphorous acid, ProPhyt and Phostrol);	GROUP 33
(multi-site activity);	GROUP M
inorganics (ex. Coppers, Kocide, Champion, etc.; and sulfur, Microthiol Disperss);	GROUP M1
phthalimides (ex. captan, Captan); *dithiocarbamates* (ex. mancozeb, Dithane, Manzate, Penncozeb; maneb, Maneb 75DF. Manex; metiram, Polyram; thiram, Thiram 50WP; ziram, Ziram 76DF; Group 4 *phthalimides,* captan (seed treatment only);	GROUP M2
*chloronitriles (*ex. Chlorothalonil, Bravo, Applause, Echo, Equus);	GROUP M5
(host plant defense induction)	GROUP P
Benzo-thiadiazole (ex. acibenzolar-S-methyl, Actigard	GROUP P1
harpin protein (ex. Messenger)	GROUP P2
Biologicals (ex. Fungal and bacterial species, Contans, Serenade, Sonata, and T-22)	GROUP B

وتجدر الإشارة إلى أن اللجوء إلى استعمال المبيدات التى تطور المسببات المرضية سلالات مقاومة لها بسهولة (وهى التى تعرف باسم 'at risk' fungicides) عند اشتداد الإصابة يزيد كثيرًا من فرصة ظهور تلك السلالات المقاومة (جامعة Carnell — الإنترنت — ٢٠٠٨).

وعندما خُلط المبيد الجهازى مثل الميتالاكسيل مع مبيد آخر وقائى مثل الكلوروثالونيل chlorothalonil فإن الأخير يمنع الطفرات لمقاومة للأول من الاستمرار فى إحداث إصابة جديدة وتكوين سلالة جديد مقاومة منها.

ومن أهم ما تجب مراعاته لتجنب تطوير مقاومة فطرية للمبيدات فى حقل الزراعة ما يلى:

١- استعمال المبيدات الجهازية قبل بداية ظهور الأعراض المرضية وليس بعد ظهورها.

٢- استعمال المبيدات الجهازية المخلوط معها مبيدات وقائية أو خلطهما معًا.

٣- استعمال المبيدات الجهازية بالتبادل مع المبيدات الوقائية، أو بالتبادل مع مبيدات جهازية تنتمى إلى مجموعات كيميائية مختلفة تمامًا تجنبًا لتطوير سلالات مقاومة لكلا المبيدين.

٤- عدم استعمال مبيد جهازى واحد فى أكثر من ثُلث إلى نصف عدد الرشات فى الموسم الواحد (Isakeit & Philley ٢٠٠٧).

ويعطى جدول (٥-٣) مدى احتمال تطوير الفطريات لسلالات مقاومة لبعض المبيدات، ومدى تباين فعل تلك المبيدات على أيض الفطريات؛ لأجل تنويع استخدام المبيدات بناء على فعلها؛ حتى يمكن إبطاء ظهور سلالات جديدة مقاومة.

أما جدول (٥-٤) فيعطى قائمة من الأمثلة لحالات مقاومة للمبيدات الفطرية والبكتيرية حدثت بالفعل فى بعض الفطريات والبكتيريا.

هذا .. وتعد مبيدات الاستروبيلورين strobilurin من أكثر المبيدات التى ظهرت طفرات مقاومة لها بين الفطريات، ويعطى جدول (٥-٥) أمثلة كثيرة لتلك المقاومة.

جدول (٥-٣): احتمالات تطوير الفطريات لسلالات مقاومة لبعض المبيدات، وتباين فعل تلك المبيدات على أيض الفطريات.

المادة الفعالة	الاسم التجارى	احتمالات تطوير المقاومة	تبيان فعل المبيدات على أيض الفطريات؟
clorothalonil	**Bravo, Echo, Equus**	منعدمة إلى منخفضة	**M**
cooper	كثيرة	منعدمة إلى منخفضة	**M**
mancozeb/maneb	**Manzate, Dithane, Penncozeb/Maneb, Manex**	منعدمة إلى منخفضة	**M**

تابع جدول (٥-٣).

المادة الفعالة	الاسم التجارى	احتمالات تطوير المقاومة	تباين فعل المبيدات على أيض الفطريات(أ)
sulfur	Microthiol, Thiolux Jet	منعدمة إلى منخفضة	M
ziram	Ziram	منعدمة إلى منخفضة	M
azoxystrobin	Amistar, Quadris	عالية	11
boscalid	Endura	متوسطة	7
boscalid(7) + pyraclostrobin(11)	Pristine	متوسطة إلى عالية	7, 11
cyazofamid	Ranman	متوسطة إلى عالية	21
cymoxanil	Curzate	متوسطة إلى عالية	27
cymoxanil (27) + famoxodone (11)	Tanos	عالية	27, 11
cyprodinil (9) + fludioxonil (12)	Switch	منخفضة إلى متوسطة	9, 12
dimethomorph	Acrobat, Forum	متوسطة	15
fenamidone	Reason	عالية	11
fosety-Al	Aliette	منخفضة	33
ipridione	Rovral	متوسطة	2
mancozeb (M) + zoxamide (22)	Gavel	منخفضة إلى متوسطة	M, 22
mefenoxam	Ridomil	عالية	4
myclobutanil	Nova	متوسطة	3
propamocarb	Propimax, Previcur Flex	منخفضة إلى متوسطة	28
propiconazole	Tilt	متوسطة	3
pyraclostrobin	Cabrio, Headline	عالية	11
pyrimethanil	Scala	متوسطة	9
thiophanate-methyl	Topsin	عالية	1
trifloxystrobin	Flint, Gem	عالية	11
triflumizole	Procure	متوسطة	3
acibenzolar-S-methyl	Actigard	منعدمة إلى منخفضة	P
harpin	Messenger	منعدمة إلى منخفضة	

(أ) M : تعنى أن المبيد يؤثر على عديد من المواقع الأيضية multi-site activity، وهى مبيدات بالملامسة ولا يلزم تبادل استعمال غيرها معها.

أما المبيدات التى تأخذ رقمًا أو أرقامًا، فهى تؤثر فى مواقع محددة من أيض الفطريات وتتباين تلك المواقع بتباين الأرقام، وهى المبيدات التى يجب تبادل استخدامها معًا، مع استعمال مبيدات تتباين فى الأرقام المقابلة لها.

جدول (٥-٤): أمثلة لحالات مقاومة للمبيدات الفطرية والبكتيرية فى الفطريات والبكتيريا (عن Ishii ٢٠٠٦).

المبيد[أ]	المسبب المرضى الذى ظهرت فيه المقاومة[ب]
Polyoxin	*Alternaria alternata*
Kasugamycin	*Magnaporthe grisea, Pseudomonas avenae***
Benzimidazoles	*Botrytis cinerea, Venturia nashicola, Monilinia fructicola, Colletotrichum theae-sinensis, Gibberella fujikuroi, Tapesia yallundae, Fusarium graminearum, Cercospora kikuchii, B. allii, C. gloeosporioides, Elsinoe fawcetti, E. ampelina*
Organophosphorous fungicides	*M. grisea*
Dicarboximides	*B. cinerea, A. alternata*
Streptomycin*	*Xanthomonas campestris* pv. *pruni***, *P. syringae* pv. *lachrymans***
Phenylamides	*Pseudoperonospora cubensis, Phytophthora infestans*
Sterol demethylation inhibitors	*Podosphaera (Sphaerotheca) fusca, Erysiphe (Blumeria) graminis* f. sp. *tritici, S. aphanis* var. *aphanis, Mycovellosiella nattrassii*
Fluazinam	*B. cinerea*
Oxoline acid*	*P. glumae***, *P. avenae***
QoIs (Strobilurins)	*P. fusca, P. cubensis, M. nattrassii, Corynespora cassiicola, C. gloeosporioides*
MBI-Ds	*M. grisea*

أ- جميع المبيدات فطرية ما عدا تلك المؤشر عليها بـ * فهى بكتيرية.

ب- جميع المسببات المرضية فطرية ماعدا المؤشر عليها بـ ** فهى بكتيرية.

جدول (٥-٥): أمثلة لحالات مقاومة لمبيدات الاستروبيلورين strobilurin بين الفطريات المرضة تحت ظروف الحقل[أ] (عن Ishii ٢٠٠٦).

المرض	الفطر الممرض
Wheat powdery mildew	*Erysiphe (Blumeria) graminis* f. sp. *tritici*
Wheat speckled leaf blotch	*Mycosphaerella graminicola*

تابع جدول (٥-٥).

المرض	الفطر الممرض
Barley powdery mildew	*E. graminis* f. sp. *hordei*
Potato early blight	*Alternaria solani*
Cucurbit powdery mildew	*Podosphaera (Sphaerotheca) fusca*
Cucumber downy mildew	*Pseudoperonospora cubensis*
Cucumber Corynespora leaf spot	*Corynespora cassiicola*
Cucurbit gummy stem blight	*Didymella bryoniae*
Eggplant leaf mold	*Mycovellosiella nattrassii*
Banana black Sigatoka	*Mycosphaerella fijiensis*
Grapevine downy mildew	*Plasmopara viticola*
Grapevine powdery mildew	*Uncinula necator*
Apple scab	*Venturia inaequalis*
Apple Alternaria leaf blotch	*A. alternata*
Pistachio Alternaria late blight	*A. alternata*
Citrus gray mold	*Botrytis cinerea*
Chrysanthemum white rust	*Puccinia horiana*
Turf grass anthracnose	*Colletotrichum graminicola*
Turf grass leaf spot	*Pyricularia grisea*
Turf grass blight	*Pythium aphanidermatum*

أ – تمنع مبيدات الـ strobilurin الفطرية التنفس بالميتوكوندريا، ومن أوسعها انتشارًا وأكثرها مبيعًا المبيد azoxystrobin.

ولقد طَوَّر الفطر *Phytophthora infestans* سلالات مقاومة للمبيد metalaxyl (الموجود فى Ridomil)، كما تتوفر مقاومة واسعة الانتشار ضد المبيد benomyl (الموجود فى Benlate) فى الفطر المسبب للفحة الساق الصمغية فى القرعيات.

إجراءات حماية النحل من أضرار المبيدات

إن من أهم إجراءات حماية النحل من أضرار المكافحة الكيميائية للآفات، ما يلى:

١- لا يُستخدم المبيدات إلاّ عند الضرورة.

٢- لا تُستخدم المبيدات الحشرية عندما تكون النباتات فى مرحلة الأزهار المتفتحة.

٣- المعاملة بالمبيدات حينما لا يكون النحل طائرًا، علمًا بأنه يكون نشطًا فى الطيران بين ١٣، و ١٦ °م وبين الثامنة صباحًا والخامسة بعد الظهر.

٤- عدم تلويث الماء بالمبيدات.

٥- استخدام أقل المبيدات سمية.

٦- استخدام أقل تراكيب المبيدات سمية، فالمبيدات المجهزة فى صورة كبسولات دقيقة microcapsulated هى الأكثر سمية، والمساحيق أكثر خطورة من السوائل، بينما المركزات المستحلبة أقل خطورة من المساحيق القابلة للبلل.

٧- التأكد من عدم تواجد حشائش مزهرة جاذبة للنحل قبل معاملة الحقل بالمبيدات.

٨- نقل خلايا النحل أو تغطيها بالخيش أثناء المكافحة.

وتقسم المبيدات وبدائل المبيدات حسب سميتها للنحل إلى ثلاث فئات كما **يلى (عن Sanford ٢٠٠٦):**

أولاً: مبيدات عالية السمية:

تُحدث هذه المبيدات خسائر كبيرة بالنحل إذا ما استعملت أثناء تواجده أو إذا تواجد خلال يوم واحد من المعاملة بها، وهى تتضمن المبيدات التالية (وجميعها مبيدات حشرية أو أكاروسية أو نيماتودية):

المبيد (المادة الفعالة)	الاسم التجارى
aldrin	Aldrin
chloprpyrifos	Dursban
fenamiphos	Nemacur
permethrin	Ambush
etrimfos	Ekamet
methomyl	Nudrin
arsenicals	
acephate	Orthene
azinphos-ethyl	Ethyl Guthion
avermectin	
parathion	Parathion

المبيد (المادة الفعالة)	الاسم التجارى
monocrotophos	Azodrin
famphur	Famophos
propoxur	Baygon
mevinphos	Phosdrin
fenthion	Baytex
fenitrothion	Folithion
phosphamidon	Dimecron
dicrotophos	Bidrin
carbofuran	Furadan
permethrin	Pounce
bufencarb	Bux
stirofos	Gardona
fenvalerate	Pydrin
carbosulfan	FMC-35001
azinphosmethyl	Guthion
resmethrin	Synthrin
dimethoate	Cygon
heptachlor	
carbaryl	Sevin
malathion	Cythion
phosmet	Imidan
diazinon	Spectracide
fensulfothion	Dasanit
methomyl	Lannate
fenitrothion	Sumithion
dichlorvos	DDVP
chlorpyrifos	Lorsban
dhenothrin	Sumithrin, *d*
naled	Dibrom
malathion	Malathion
methidathion	Supracide
decamethrin	Decis

المبيد (المادة الفعالة)	الاسم التجارى
aminocarb	Matacil
methamidophos	Tamaron
dimethoate	De-Fend
methiocarb	Mesurol
aldicarb	Temik
diazinon	Spectracide
methyl parathion	Parathion
dildrin	Alderin
methamidophos	Monitor
dichlorvos	Vapona
phosphamidon	Dimecron

ثانيًا: مبيدات متوسطة السمية:

يمكن المعاملة بمبيدات هذه المجموعة حول النحل إذا ما استعملت بطريقة صحيحة فيما يتعلق بالجرعة والتوقيت وطريقة المعاملة، ولكن لا يجب رشها – مباشرة – على النحل فى الحقل أو على خلايا النحل.

مبيدات حشرية

المبيد (المادة الفعالة)	الاسم التجارى
temephs	Abate
	DDT
trichloronate	Agritox
disulfoton	Di-Syston
carbaryl	Sevin
sulprophos	Bolstar
fonofos	Dyfonate
carbaryl	Sevimol
formetanate HCL	Carzol
endrin	Endrin
demeton	Systox
chlordane	Chlordane

المبيد (المادة الفعالة)	الاسم التجاري
ronnel	Korlan
phorate	Thimet
crotoxyphos	Ciodrin
thiodicarb	Larvin
endosulfan	Thiodan
terbufos	Counter
oxydemeton-methyl	Metasystox-R
carbophenothion	Trithion
ethiofencarb	Croneton
ethoprop	Mocap
oxamyl	Vydate
profenofos	Curacron
ethylan	Perthane
phosalone	Zolone

ثالثًا: مبيدات غير سامة نسبيًا:

يمكن استعمالها حول النحل بدون أضرار تذكر.

مبيدات حشرية وأكاروسية

المبيد (المادة الفعالة)	الاسم التجاري
chlorobenzilate	Acaraben
chlordimeform	Fundal
pyrethrum (natural)	
allethrin	Pynamin
chlordimeform	Galecron
rotenone	Rotenone
methoprene	Altosid
Heliothis polyhedrosis virus	
sabadilla	
amitraz	Baam
dicofol	Kelthane

المبيد (المادة الفعالة)	الاسم التجارى
menazon	Sayfos
Bacillus thuringiensis	Bactur, Bactospeine, Bakthane, Dipel, Thuricide
fluvalinate	Mavrik
carbaryl	Sevin
methoxychlor	Marlate
carbaryl	Sevin
amitraz	Mitac
sodium azide	Smite
chlorfenvinphos	Birlane
oxythioquinox	Morestan
tetradifon	Tedion
propargite	Comite
binapacryl	Morocide
cryolite	Kryocide
fenson	Murvesco
prothiophos	Tokuthion
dioxathion	Delnav
nicotine	Nicotine
dialifor	Torak
dinobuton	Dessin
propargite	Omite
toxaphene	Taxaphene
diflubenzuron	Dimilin
dienochlor	Pentac
cycloprate	Zardex
trichlorfon	Dylox
pirimicarb	Pirimor
ethion	
cyhexatin	Plictran

مبيدات فطرية :

المبيد (المادة الفعالة)	الاسم التجارى
pyrazophos	Afugan
dinobuton	Dessin
oxythioquinox	Morestan
thiram	Arasan
captafol	Difolatan
binapacryl	Morocide
triadimefon	Bayleton
nabam	Dithane tD-14
dazomet	Mylone
benomyl	Benlate
maneb	Dithane M-22
folpet	Phaltan
bordeaux Mixture	
manzeb	Dithane M-45
oxycarboxin	Plantvax
chlorothalonil	Bravo
zineb	Dithane Z-78
metiram	Polyram
captan	
fentin hydroxide	Du-Ter
	Ridomil
copperoxychloride sulfate	
anilazine	Dyrene
fenapanil	Sisthane
copper 8-quinolinolate	
ferbam	
sodium azide	Smite
copper sulfate	
glyodin	
sulfur	

المبيد (المادة الفعالة)	الاسم التجارى
dodine	Cuprex
edifenphos	Hinosan
thiram	Thylate
cupric oxide	
butrizol	Indar
thyfural	
cupric hydroxide	Kocide
dinocap	Karathane
carboxin	Vitavax
dithianon	Delan
fenaminosulf	Lesan
ziram	Zerlate

مبيدات حشائش:

المبيد (المادة الفعالة)	الاسم التجارى
atrazine	AAtrex
dichlorprop	
isopropalin	Paarlan
alachlor	
dinoseb, dinitrobutylphenol	
paraqual	
naptalam	Alanap
diqual	
nitralin	Planavin
clofop-isobutyl	Alopex
metolachlor	Dual
prometon	Pramitol
butralin	Amex 820
endothall, sodium salt	Accelerate
fluorodifen	Preforan
chlormben	Amiben

المبيد (المادة الفعالة)	الاسم التجارى
EPTC	Eptam
simazine	Princep
amitrole	
EPTC + safener	Eradicane
methazole	Probe
AMS	Ammate
ametryn	Evik
pendimethalin	Prowl
endothall, Dipotassium	Aquathol K
norflurazon	Evital
propachlor	Ramrod
difenzoquat	Avenge
merphos	Folex
CDAA	Randox
benefin	Balan
triclopyr	Garlon
oxydiazon	Ronstar
dicamba	Banvel
oxyfluorfen	Goal
glyphosate	Roundup
bentazon	Basagran
diclofop-methyl	Hoelon
dipropetryn	Sancap
endothall monopotassium salt	Hydrothol 191
metribuzin	Sencor
2,4,5-TP	Silvex
fluchloralin	Basalin
phemmedipham	Betanal
bromacil	Hyvar
terbacil	Sinbar
cyanazine	Bladex

المبيد (المادة الفعالة)	الاسم التجارى
terbutryn	Igran
sodium azide	Smite
acifluorfen	Blazer
propham	IPC
oryzalin	Surflan
butachlor	
diuron	Karmex
butylate	Sutan
butam	
pronamide	Kerb
2,4,5-T	
cacodylic acid	
alachlor	Lasso
monuron	Telvar
2,3,6-TBA	Cambilene
linuron	Lorox
chloroxuron	Tenoran
prometryn	Caparol
chlorbromuron	Maloran
nitrofen	TOK
dichlobenil	Casoron
MCPA	
profluralin	Tolban
chlorpropham	Chloro IPC
DSMA	Methar
picloram	Tordon
fluometuron	Cotoran
propazine	Milogard
trifluralin	Treflan
2,4-D	
bifenox	Modown
endothall, disodium	Turf Herbicide

المبيد (المادة الفعالة)	الاسم التجارى
mSMA	
cDEC	Vegadex
arsenic acid	Desiccant L-10
dazomet	Mylone
norflurazon	Zorial
napromamide	Devrinol
ethofumesate	Nortron

مبيدات نيماتودا ومتنوعات:

المبيد (المادة الفعالة)	الاسم التجارى
endothall	
ethoprop	Mocap
glyphosine	Polaris
	Exhalt ® 800
dazomet	Mylone
sodium azide	Smite
gibberellic acid	
nitrapyrin	N-Serve
	Sustar

المقاومة الحيوية للأمراض والمقاومة المستحثة بيولوجيًّا ضد الأمراض

تعد المكافحة الحيوية للفطريات والبكتيريا المسببة للأمراض النباتية من أكثر الطرق التى تَلْقَى إقبالاً متزايدًا من قبل الباحثين – فى الوقت الحاضر – بعد أن ازدادت القيود على استعمال المبيدات الفطرية؛ بسبب الوعى المتزايد بأضرارها على صحة الإنسان والبيئة. وبالرغم من أن معظم محاولات المكافحة الحيوية مازالت فى مراحلها البحثية، إلا أن التطور الهائل والاكتشافات الكثيرة فى هذا المجال أسفرت – بالفعل – وتؤذن بظهور عديد من التحضيرات التجارية التى يمكن استخدامها على النطاق التجارى.

ولقد حدث التقدم فى دراسة هذا الموضوع، وما أثمرته الدراسات من اكتشافات هامة بصورة تدريجية. ففى البداية كان اكتشاف الأراضى المثبطة للأمراض. ثم كان اكتشاف دور الأسمدة العضوية بمختلف أنواعها فى الحد من الإصابات المرضية، وأعقب ذلك اكتشاف دور الميكوريزا وبكتيريا المحيط الجذرى فى المكافحة الحيوية. ثم فى حث النباتات على تطوير المقاومة الجهازية فيها. ولقد كانت محصلة ذلك كله اكتشاف عدة مئات من الكائنات الدقيقة التى تفيد فى المكافحة الحيوية لمسببات الأمراض. وتطوير تحضيرات تجارية منها تستعمل لهذا الغرض.

الزراعة فى الأراضى المثبطة للإصابة بالأمراض

يؤدى تكرار زراعة محصول واحد فى نفس الأرض لفترة طويلة monoculture إلى تدهور الإنتاج بسبب شدة الإصابة بأمراض معينة (جدول ٦-١)، ومع استمرار الزراعة لسنوات إضافية تبدأ الإصابة المرضية فى التناقص مرة أخرى. ولقد تأكد ذلك فى عدة حالات مرضية، وتبين وجود كائنات دقيقة فى التربة من الـ pseudomonads والـ actinomycetes كانت المسئولة عن تناقص شدة الإصابة المرضية (Wipps ١٩٩٧). وتعرف التربة فى مثل تلك الحالات بأنها مثبطة للأمراض.

جدول (٦-١): أمثلة لحالات مرضية سادت بعد زراعة محصول واحد فى نفس الأرض لفترة طويلة.

المحصول الذى تكررت زراعته دومًا	المسبب المرضى الذى سادت الإصابة به
الكنتالوب ومحاصيل أخرى عديدة	*Fusarium oxysporum*
القمح	*Gaeumannomyces graminis*
القطن	*Phymatorichum omnivorum*
البطاطس والفجل وبنجر السكر والقمح ومحاصيل أخرى عديدة	*Rhizoctonia solani*
الخس ودوار الشمس ومحاصيل أخرى عديدة	*Sclerotinia sclerotiorum*
البطاطس	*Streptomyces* spp.
البطاطس	*Verticillium dahliae*

لقد عُرِفَتْ كثير من الحالات للتربة المثبطة Suppressive لبقاء بعض الفطريات فيها، ونموها الرمىّ، ونشاطها المرض (الباثولوجى). وتنتشر تلك الحالات فى أراضٍ تكون - غالبًا - دقيقة القوام، ورسوبية، ويكثر فيها معدن المونتموريللونيت Montmorillonite.

وأكثر أنواع الفطريات التى يثبَّط نموها فى تلك الأراضى الفطر *Fusarium oxysporum* المسبب لمرض الذبول الفيوزارى، الذى عُرِفَ تثبيط ١١ طرازًا نوعيًّا Forma specialis - على الأقل - منه فى أراض مختلفة، علمًا بأن التربة التى تثبط نمو أحد الطرز النوعية تثبط كذلك - بوجه عام - الطرز النوعية الأخرى.

ففى فرنسا اكتشفت أراضٍ - تحتوى على طين المونت موريللونيت - كانت مثبطة لفطر الذبول الفيوزارى، وتبين من الدراسات التى أجريت عليها ما يلى:

١- أدى تعقيم التربة بأى من البخار أو بروميد الميثايل إلى فقدها لخاصيتها المثبطة.

٢- أمكن نقل العامل المسئول عن تثبيط فطر الفيوزاريم من التربة المثبطة إلى أراضٍ أخرى غير مثبطة للفطر - شريطة أن تكون من نفس القوام والتركيب - بنقل أجزاء من التربة المثبطة إلى التربة غير المثبطة وخلطها بها.

٣- تبين أن خاصية التثبيط – التى تَحْدُث فى التربة المثَّبطة – ترجع إلى تواجد سلالات غير ممرضة من الفطرين *F. oxysporum*، و *F. solani*.

٤- لا تفقد التربة المثبطة للفطر – بصورة طبيعية – خاصة التثبيط، حتى فى غياب النباتات، ولكن التربة التى تُنقل إليها خاصية التثبيط تفقد تلك الخاصية خلال عام واحد إن لم تستخدم فى الزراعة.

ومن أمثلة محاصيل الخضر التى لم تُصبه ببعض المسببات المرضية – عندما زرعته فى أراض مثبطة لتلك المسببات – ما يلى (عن Palti ١٩٨١):

المحصول	المسبب المثبط فى التربة
الخيار	***Fusarium oxysporum*** **f. sp.** ***cucumerinum***
القاوون	***F. oxysporum*** **f. sp.** ***melonis***
القرعيات	***Phomopsis sclerotides***
الطماطم	***F. oxysporum*** **f. sp.** ***lycopersici***
البطاطس	***Streptomyces scabies***
البسلة	***F. oxysporum*** **f. sp.** ***pisi***
الفاصوليا	***F. oxysporum*** **f. sp.** ***phaseoli***
الفجل	***F. oxysporum*** **f. sp.** ***batatas***
الخس	***Olpidium brassicae***
خضروات مختلفة	***Pythium ultimum***
	Pythium **spp.**

كما عرفت حالات ثُبِّطَ فيها فطر *Rhizoctonia solani* فى القمح، وفطر *Verticillum albo-atrum* فى النعناع، وفطريات الذبول الفيوزارى فى كل من الكتان، والموز، والقرنفل، وبخور مريم Cyclamen.

ويبن جدول (٦-٢) مزيدًا من الأمثلة لأراضٍ وجد أنها كانت مثبطة لأمراض معينة، ومواقع تلك الأراضى فى خريطة العالم.

جدول (٦-٢): أمثلة لأراض مثبطة للأمراض (عن Whipps ١٩٩٧).

المسبب المرضى المثبط	المرض	الموقع
Fusarium oxysporum	الذبول الفيوزارى فى عديد من النباتات	أمريكا الوسطى – فرنسا – إسرائيل – اليابان – الولايات المتحدة
Fusarium solani	عفن الجذور فى الفاصوليا	اليابان – الولايات المتحدة
	العفن الجاف فى البطاطس	فرنسا
Gaeumannomyces graminis	مرض take-all فى الحبوب	أستراليا – هولندا – الولايات المتحدة
Phytophthora spp.	عفن الجذور فى عديد من النباتات	فرنسا – تايوان – الولايات المتحدة
Plasmodiophora brassicae	الجذر الصولجانى فى الصليبيات	تايوان
Pseudomonas solanacearum	الذبول الفيوزارى	الولايات لمتحدة
Pythium aphanidermatum	عفن الجذور فى الفجل	المكسيك
Pythium spp.	الذبول الطرى فى عديد من النباتات	فنلندة – الولايات المتحدة
Rhizoctonia solani	عفن الجذور فى الفجل	كولومبيا
Streptomyces scabies	جرب البطاطس	اليابان
Thielaviopsis basicola	العفن الأسود فى التبغ	سويسرا – الولايات المتحدة

ويستدل من دراسات Larkin وآخرين (١٩٩٣أ، ١٩٩٣ب) فى أراضٍ مثبطة وأخرى غير مثبطة للفطرين *F. oxysporum* f. sp. *niveum*، و *F. solani* – اللذين يصيبان البطيخ – أن إصابة أى من الفطرين لجذور البطيخ كانت متماثلة فى نوعى الأراضى؛ مما يدل على أن مجرد الإصابة الأولية لا ترتبط بنوع التربة من حيث كونها مثبطة، أم غير مثبطة، ولكن وُجِدَتْ أعداد أكبر من الأكتينوميسيتات Actinomycetes، وبكتيريا الـ Pseudomonads الفلورية Fluroescent، ومختلف الأنواع البكتيرية غير المرضة – بصورة عامة – فى الأراضى المثبطة.

ووجدت أعداد من هذه الكائنات الدقيقة فى الأراضى التى تكررت زراعتها بصنف البطيخ كرمسون سويت Crimson Sweet – المتوسط المقاومة لفطر الذبول الفيوزارى – وكانت هذه الأعداد أكبر من تلك التى وجدت فى الأراضى المتروكة دون زراعة، أو التى

تكررت زراعتها بالصنف فلوريدا جاينت Florida Giant القابل للإصابة بالفطر؛ مما يدل على تأثر خاصية التثبيط بالأصناف المزروعة. كما أن تعقيم التربة بالميكرويف أفقدها خاصية التثبيط. كذلك استدل من تلك الدراسات على عدم اختلاف إنبات الجراثيم الكلاميدية للفطر فى مختلف أنواع الأراضى، وأن سلالات منافسة معينة — وليست جموع الكائنات الدقيقة فى التربة — هى المسئولة عن تثبيط فطر الذبول الفيوزارى فى الأراضى المثبطة.

وتأكيدًا لما تقدم .. لم يجد Toyota وآخرون (١٩٩٤أ) أى اختلاف بين الأراضى المثبطة للفطر *F. oxysporum* f. sp. *raphani* — مسبب مرض الذبول الفيوزارى فى الفجل — وغير المثبطة له فى بقاء الفطر فى تربة المحيط الجذرى، ولكن نمو الفطر فى جذور الفجل ثُبطَ فى الأراضى المثبطة عما فى الأراضى غير المثبطة. وقد أدى تعقيم جذور الفجل سطحيًا إلى فقد خاصية التثبيط؛ مما يدل على أن تلك الخاصية ترجع إلى استعمار سطح الجذور — فى الأراضى المثبطة — بكائنات دقيقة منافسة.

وفى محاولة للتوصل إلى الكائن أو الكائنات الدقيقة المنافسة لفطر الذبول الفيوزارى قام Toyota وآخرون (١٩٩٤ب) بعزل نحو ٦٠٠ سلالة من مختلف أنواع البكتيريا والأكتينوميسيتات من الأراضى المثبطة، وباختبارها فى البيئات الصناعية توصلوا إلى سلالة واحدة من البكتيريا *Pseudomonas cepacia*؛ أعطيت الرمز MRT11 أدت — عند معاملة جذور الفجل المعقمة سطحيًا بها — إلى تثبيط إصابة النبات بفطر الذبول الفيوزارى بنفس درجة التثبيط التى تحدث — بصورة طبيعية — فى الأراضى المثبطة للفطر.

وتعرف أراضٍ مثبطة يمكن أن تزرع فيها البسلة لخمس سنوات متتالية دون أن يتأثر محصولها كثيرًا أو تزيد فيها شدة الإصابة بعفن أفانوميس الذى يسببه الفطر *Aphanomyces euteches*، بينما تعرف أراضٍ أخرى تساعد على حدوث المرض conducive soil بسرعة فيها، وقد تبين أن الاختلافات بينها أساسها بيولوجي. حيث اختفت القدرة على تثبيط المرض فى الأراضى المثبطة لدى معاملتها بالحرارة، أو بالإشعاع، أو بعد تخزين عينات منها (Persson ١٩٩٨، و Persson وآخرون ١٩٩٩).

إن التربة المثبطة للأمراض disease suppressive soil تثبط الأمراض حتى فى وجود المسبب المرضى وتوفر الظروف البيئية المناسبة لحدوث الإصابة وتطور المرض.

وكما أسلفنا بيانه فإنه فى كثير من حالات الأراضى المثبطة للأمراض يؤدى تعقيم التربة بأى وسيلة إلى فقد تلك الأراضى لخاصيتها فتصبح عادية ويمكن أن تحدث فيها الإصابة المرضية كغيرها من الأراضى. كذلك فإن نقل ولو ١-١٠٪ من تربة مثبطة إلى تربة فقدت خاصية التثبيط بالتعقيم وخلطها بها يؤدى إلى إكسابها خاصية التثبيط من جديد؛ بما يعنى أن خاصية التثبيط ترجع أساسًا إلى نشاط ميكروبى معين يتوفر فى التربة المثبطة بالتعقيم؛ الأمر الذى تأكد فى حالات كثيرة (جدول ٦-٣).

جدول (٦-٣): أمثلة لكائنات دقيقة وجد أنها تلعب دورًا فى الحد من إصابات مرضية معينة فى أراضٍ مثبطة للأمراض (عن Whipps ١٩٩٧).

الكائن المثبط	المرض أو المسبب المرضى المثبط
بكتيريا	
Actinomycete spp.	الذبول الفيوزارى فى نخيل البلح
Acaligenes sp.	الذبول الفيوزارى فى القرنفل
Arthrobacter sp.	الذبول الفيوزارى فى القرنفل
Bacillus sp.	الذبول الفيوزارى فى القرنفل
Hafnia sp	الذبول الفيوزارى فى القرنفل
Pseudomonas spp.	الذبول الفيوزارى بصورة عامة
	Take-all فى القمح
	Take-all فى القمح
	Thielaviopsis basicola فى التبغ
Serratia sp.	الذبول الفيوزارى فى القرنفل
Streptomyces sp.	عديد من أمراض التربة
فطريات	
Coniothyrium minitans	اسكليروتينيا دوار الشمس ولفت الزيت
Fusarium spp. (non-pathogenic)	عدد من مسببات الذبول الفيوزارى
Penicillium spp.	عفن التاج الفيوزارى فى الطماطم
	Fusarium avenaceum

تابع جدول (٦-٣).

الكائن المثبّط	المرض أو المسبب المرضى المثبّط
Phialophora graminicola	Take-all
Pythium nunn	ذبول بثيم الطرى
Phthium oligandrum	ذبول بثيم الطرى
Sporidesmium sclerotivorum	اسكليروتينيا فى الخس ومحاصيل أخرى
Trichoderma spp.	*Fusarium avenaceum*
	عفن التاج الفيوزارى فى الطماطم
	Rhizoctonia solani
Verticillium biguttatum	القشف الأسود فى البطاطس
Mycorrhizal fungi	*Phytophthora cinnamoni*
	P. parasitica
	ذبول فيرتسيليم فى القطن
	Thielaviopsis basicola

وتحتوى الأراضى المثبطة للفيوزاريم على بكتيريا الـ pseudomonads الفلورية بأعداد كبيرة. تعيش هذه البكتيريا فى المحيط الجذرى للنباتات، وتؤدى إلى خفض الإصابة بالذبول الفيوزارى حتى فى وجود الفطر المسبب للمرض وسيادة الظروف البيئية المناسبة لها. ويرجع تأثير تلك البكتيريا على المسببات المرضية إلى عوامل متنوعة، منها منافسة الـ sidrophores البكتيرية للمسببات المرضية على الحديد، ومنافسة البكتيريا لها، وكذلك إفرازها للـ chitinases والـ glucanases التى تحلل الخلايا الميكروبية (Van Loon وآخرون ١٩٩٨).

إن أكثر ما عُزلَ من الأراضى المثبطة للأمراض كانت سلالات من الفيوزاريم غير المرض فى حالة الأراضى المثبطة للذبول الفيوزارى، وبكتيريا الـ pseudomonads الفلورية التى عُزلت من أرض كانت مثبطة لمدى واسع من الأمراض.

وتجدر الإشارة إلى أن عديدًا من الكائنات الدقيقة المستخدمة فى المكافحة الحيوية للأمراض كانت قد عزلت أصلاً من أراضٍ مثبطة لأمراض مختلفة.

ومن أمثلة التحضيرات التجارية التى تحتوى على كائنات دقيقة تم عزلها من أراضٍ مثبطة، ما يلى:

١- Mycostop .. وهو يحتوى على عزلة من *Streptomyces griseoviridis* حُصل عليها من اسفاجنم بيت فنلندى مثبط لعديد من المسببات المرضية.

٢- Fusaclean .. وهو يحتوى على سلالة غير ممرضة من *Fusarium oxysporum* حُصِلَ عليها من تربة مثبطة للفيوزاريم.

٣- Biofox C .. وهو يحتوى - كذلك - على سلالة غير ممرضة من *F. oxysporum* حُصِلَ عليها من تربة مثبطة للفيوزاريم.

وبالرغم من أن الدراسات الحديثة تشير إلى أن خاصية التثبيط - فى الأراضى المثبطة - يدخل فيها عنصر المكافحة الحيوية، إلا أن استمرار ارتباط تلك الخاصية بأراضٍ معينة يجعل لعنصر التربة دورًا هامًّا فى فاعلية خاصية التثبيط واستمرارها فى التربة المثبطة.

لقد وجد - على سبيل المثال - أن خاصية التثبيط المرضى فى بعض الأراضى لا تُفقد بالتعقيم (كما فى حالة خاصية تثبيط الفطر *Thielaviopsis basicola* مسبب مرض العفن الأسود فى التبغ فى نورث كارولينا)؛ مما يدل على أن خاصية التثبيط فى تلك الحالات لا تعود إلى أسباب حيوية. هذا .. إلاّ أنه يلزم - فى معظم الحالات - توفر عوامل حيوية وأخرى غير حيوية فى تربة ما لكى تكون مثبطة، ولكى تحتفظ بتلك الخاصية.

وعلى الرغم من حصر عديد من العوامل الفيزيائية والكيميائية التى ينبغى توفرها فى حالات مختلفة من تثبيط الأراضى للأمراض، فإن حالات قليلة فقط هى التى حُدِّدَت فيها تلك العوامل بدقة، ومن أمثلة ذلك ضرورة توفر pH منخفض، ونسبة عالية من المادة العضوية، ومن عناصر الكالسيوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم فى أرض معينة بالمكسيك لتظهر فيها خاصية تثبيط الفطر *Pythium aphanidermatum*، بينما كان المحتوى العالى من الكالسيوم هو أهم عامل يرتبط بتثبيط التربة للفطر *Pythium splendens* فى هاواى.

ومن بين العوامل التى ترتبط بتثبيط التربة للأمراض نوع معدن الطين (وخاصة معدن الـ montmorillonite) وقوام التربة، والألومنيوم المتبادل، ومدى عدم توفر الحديد، والـ pH المنخفض وأحيانًا المرتفع. كذلك وجد أن أيون الكلور يلعب دورًا فى خاصية تثبيط التربة لبعض الأمراض التى تسببها فطريات مثل *Pythium ultimum*، و *Fusarium oxysporum* f. *proliferatum* مسبب مرض عفن التاج والجذر فى الأسبرجس (Whipps ١٩٩٧).

أمثلة على حالات المكافحة الحيوية لمسببات الأمراض

إن الحالات التى نجحت فيها المكافحة البيولوجية فى مكافحة الأمراض كثيرة جدًا إلى درجة يصعب معها حصرها، إلا أن ذلك لا يمنع من عرض عديد من الأمثلة التى تمثل مدى واسعًا من المسببات المرضية التى أمكن مكافحتها حيويًا فى محاصيل كثيرة ومتنوعة باستخدام أنواع ميكروبية مختلفة.

بداية .. نستعرض فى جدول (٦-٤) بعض الأمثلة لأمراض الخضر الفطرية التى نجحت معها المكافحة الحيوية مقسمة حسب المحصول.

يبين جدول (٦-٤) أمثلة لعدد من أمراض الخضر الفطرية التى نجحت معها المكافحة الحيوية.

جدول (٦-٤): أمثلة لأمراض الخضر الفطرية التى نجحت معها المكافحة الحيوية.

المحصول	المرض	المسبب	الكائن المستعمل فى المكافحة الحيوية	طريقة المعاملة	ملاحظات	المرجع
الطماطم	عفن الجذر والتاج الفيوزارى	*Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*	*Bacillus subtilis*	غمس قش الأرز فى معلق البكتيريا وإضافته إلى التربة		Phae et al (١٩٩٢)
			Trichodema harzianum	عن طريق التربة	أعطى نفس النتيجة مثل استعمال ٧٥٠ كجم بروميد ميثايل للهكتار	Sivan & Chet (١٩٩٣)
	الذبول الفيوزارى	*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*	*Streptomyces pulcher*	تغطية البذور بغطاء من البكتيريا	أحدثت المعاملة تحسنًا واضحًا – كذلك – فى النباتات	El-Abdyad وآخرون (١٩٩٣)
	ذبول فيرتسيلليم	*Verticillium albo-atrum*	*S. canescens*			
	الندوة المبكرة	*Alternaria solani*				
	الذبول الفيوزارى	*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*	سلالات غير ممرضة من *F. oxysporum*			Alabouvete وآخرون (١٩٩٣)
			Pseudomonas fluorescens			
الخيار	عفن الجذور	*Pythium aphanidermatum*	*Pseudomonas corrugata*	أضيفت البكتيريا إلى المحاليل المغذية فى مزارع الصرف الصخرى		Rankin & Paulitz (١٩٩٤)
			P. fluorescens			
	تساقط البادرات وعفن الجذور	*Rhizoctonia solani*	*Trichoderma* spp.	تغليف البذور بالفطر، أو الإضافة إلى التربة مع الشعير		Askew & Laing (١٩٩٤)
	العفن الرمادى	*Botrytis cinerea*	*Trichodema harzianum*	رشا على النباتات	كان لها نفس تأثير معاملة المبيدات، لكن كان الأفضل تبادل معاملة المكافحة الحيوية مع المبيدات الفطرية	Elad وآخرون (١٩٩٣، و ١٩٩٥)

تابع جدول (٦-٤).

المحصول	المرض	المسبب	الكائن المستعمل فى المكافحة الحيوية	طريقة المعاملة	ملاحظات	المرجع
	الذبول الفيوزارى	*F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*	*Pseudomonas putida* *Serratia macescens*	عن طريق التربة	كلتاهما من البكتيريا التى تعيش بالقرب من الجذور، وتفرز منشطات للنمو النباتى، وقد أكسبتا النبات مقاومة جهازية للفطر	Liu وآخرون (١٩٩٥جـ)
		Colletotrichum orbiculare	١٠ عزلات فطرية منشطة للنمو النباتى	معاملة البذور بهيفات الفطريات، أو إضافة الفطريات — مع الشعير — إلى الجذور	أكسبت المعاملة للنباتات مقاومة جهازية ضد الفطر	Meera (١٩٩٤، و ١٩٩٥)
الخيار والفلفل	تساقط البادرات	*Rhizoctonia solani* *Pythium* spp.	*Trichoderma harzianum*	معاملة تربة المشاتل	أدت المعاملة إلى زيادة نمو النباتات فى المشتل	Inbar وآخرون (١٩٩٤)
الفلفل ونباتات المشاتل	تساقط البادرات	*Pythium ultimum* var. *sporangiiferum*	١٠ عزلات بكتيرية كانت أفضل من *Bacillus subtilis*	معاملة التربة	كان للمعاملة نفس تأثير المبيدات الفطرية	Harris وآخرون (١٩٩٤أ)
		Rhizoctonia solani	عزلتان بكتيريتان منتخبتان من بين ٥٠٠ عزلة	معاملة التربة		Harris وآخرون (١٩٩٤ب)
الفلفل		*Sclerotium* (Corticium) *rolfsii*	*Trichodema harzianum* *Glomus macrocarpum*	معاملة التربة		Sreenivasa (١٩٩٤)
البطاطس	القشف الأسود	*Rhizoctonia solani*	*Gliocladium roseum* *Streptomyces* sp. *Bacillus subtilis*			Schmiedeknecht (١٩٩٣)

تابع جدول (٦-٤).

المحصول	المرض	المسبب	الكائن المستعمل فى المكافحة الحيوية	طريقة المعاملة	ملاحظات	المرجع
	الندوة المتأخرة	*Phytophtora infestans*	بكتيريا مضادة للفطر توجد على سطح الدرنات			Clulow وآخرون (١٩٩٥)
	القشف الأسود	*R. solani*	*Verticillium biguttatum*	معاملة التربة		Boogert وآخرون (١٩٩٤)
	الجرب العادى	*Streptomyces scabies*	*Streptomyces diastatochromogenes* سلالات مثبطة ومنافسة من: *S. scabies*	معاملة التربة		Liu وآخرون (١٩٩٥أ)
البسلة	تساقط البادرات	*Pythium* spp. *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*	*Trichodema* spp.	معاملة البذور		Lifshitz وآخرون (١٩٨٦)
	عفن أفانوميسيس	*Aphanomyces euteiches* f. sp. *pisi*	*Pseudomonas cepacia*	معاملة البذور		King & Parke (١٩٩٣)
	تساقط البادرات عفن أفانوميسيس	*Pythium* spp. *Aphanomyces euteiches*	*P. cepacia*	معاملة البذور		Bowers & Parke (١٩٩٣)
	تساقط البادرات عفن القرون القاعدى والقمى	*Pythium* spp. *Sclerotinia sclerotiorum*	*P. fluorescens* *Bacillus cereus*	رشا على النباتات		Huang وآخرون (١٩٩٣)
اللوبيا	الذبول الفيوزارى	*Fusarium oxysporum*	*Glomus fassuculatum*	معاملة التربة	حدثت زيادة فى إنتاج الفيتوألاكسينات	Sundaresan وآخرون (١٩٩٣)
اللوبيا الهليوتية	البياض الدقيقى	*Erysiphe polygoni*	*Ampelomyces quisqualis*	رشا على النباتات		Tsay & Tung (١٩٩١)

تابع جدول (٦-٤).

المحصول	المرض	المسبب	الكائن المستعمل فى المكافحة الحيوية	طريقة المعاملة	ملاحظات	المرجع
الكرنب	أعفان ما بعد الحصاد		*Pseudomonas fluorescens* *Serratia polymuthica* *S. liquefaciens*	بعد الحصاد	كانت للمعاملة نفس فاعلية المبيدات	Stanley وآخرون (١٩٩٤)
البصل	الذبول الفيوزارى	*F. oxysporum* f. sp. *cepae*	*Trichoderma harzianum* وعزلات أخرى من *Trichoderma* spp.	معاملة الأبصال	كانت فى فاعلية البينوميل Benomyl	Flori & Roberti (١٩٩٣)
الخس	العفن القطنى	*Sclerotinia sclerotiorum*	*Trichoderma harzianum*	رشا على الأوراق وحول النباتات		Avila de Moreno (١٩٩٢)
لفت الزيت	ذبول فيرتسيليم	*Verticillium dahliae*	*Stenotrophomonas maltophilia*	معاملة التربة		Berg وآخرون (١٩٩٤)
	العفن القطنى	*Sclerotinia sclerotiorum*	*Coniothyrium minitans*	معاملة التربة مع مخلفات عضوية نباتية	تقضى المعاملة على الأجسام الحجرية للفطر	McQuilken & Whipps (١٩٩٥).

ونقدم — فيما يلى — مزيدًا من الأمثلة لأمراض الخضر التى أمكن مكافحتها حيويًا بنوعيات مختلفة من الكائنات الدقيقة، مع بعض الشرح لظروف كل معاملة.

بكتيريا المحيط الجذرى

أمثلة متنوعة

إن الأنواع البكتيرية التى تتواجد فى المحيط الجذرى كثيرة ومتنوعة، ومن بين المعاملات التى نجحت فيها المكافحة الحيوية باستخدام أنواع مختلفة من بكتيريا المحيط الجذرى، ما يلى:

- أفادت معاملة بذور البسلة بالبكتيريا *Pseudomonas fluorescens* (السلالة PRA25) فى مكافحة الفطر *A. euteiches* f. sp. *pisi* مسبب مرض عفن جذور أفانوميسس (Parke ١٩٩١، و Bowers & Parke ١٩٩٣).
- وجد Phae وآخرون (١٩٩٢) أن إحدى سلالات البكتيريا *Bacillus subtilis* (سلالة NB22) ثبطت نمو ثمانية أنواع بكتيرية أخرى فى البيئات الصناعية. كما ثبطت — بشدة — البكتيريا *Ralstonia solanacearum* — التى تسبب مرض الذبول البكتيرى فى الطماطم وغيرها من المحاصيل — عندما أضيف معلقها إلى تربة ملوثة ببكتيريا الذبول، وترتب على ذلك حدوث نقص كبير فى نسبة النباتات التى أصيبت بالذبول.
- تُنتج بعض العزلات البكتيرية — مثل B206 من .*Bacillus* sp، و AP401 من *Bacillus subtilis* — مركبات مضادة للفطر المسبب لصدأ الفاصوليا *Uromyces phaseoli*، تؤدى لدى المعاملة بها (بالبكتيريا) إلى خفض أعداد البثرات المرضية للفطر بنسبة تزيد عن ٩٥٪ فى الفاصوليا (DeCenturion وآخرون ١٩٩٤).
- أدت معاملة بذور الفاصوليا بالسلالة UPR5C من البكتيريا *Pseudomonas cepacia* إلى حماية النباتات من كل من مسببات أمراض الجذور *Macrophomina phaseolina*، و *Corticium rolfsii*، و *Rhizoctonia solani*، و *Pythium aphanidermatum*، وبدرجة أقل *Fusarium solani* (Sánchez وآخرون ١٩٩٤أ). وقد تبين أن البكتيريا "تهاجر" على امتداد الجذر النامى لتستعمر كل السطح الجذرى (Sánchez وآخرون ١٩٩٤ب).

● أحدثت معاملة بذور الخيار أو أوراقه الفلقية — بأى من نوعى البكتيريا المنتجة لنشطات النمو النباتية *Pseudomonas putida*، أو *Serratia marcescens* — مقاومة جهازية ضد الإصابة بالبكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*؛ مسببة مرض تبقع الأوراق الزاوى (Liu وآخرون ١٩٩٥ب).

● أدى سقى مرقد بذور الطماطم بمعلق للبكتيريا *Pseudomonas aeruginosa* قبل زراعة البذور بخمسة أيام، مع معاملة البذور — كذلك — بالبكتيريا إلى حماية النباتات من الإصابة ببكتيريا الذبول *Ralstonia solanacearum* مع إحداث تنشيط كبير فى نمو البادرات (Peixoto وآخرون ١٩٩٥).

● تؤدى معاملة بذور الطماطم بالسلالة 7NSK2 من البكتيريا *Pseudomonas aeruginosa* أو معاملة المحلول المغذى بها إلى حماية نباتات الطماطم فى مزارع تقنية الغشاء المغذى من الإصابة بالفطر *Pythium* مسبب مرض الذبول الطرى (Buysens وآخرون ١٩٩٥).

● أظهرت معاملة التربة بالبكتيريا *Bacillus subtilis* فاعلية كبيرة فى مكافحة الفطر *Rhizoctonia solani* (Bochow & Gantcheva ١٩٩٥).

● أمكن مكافحة الذبول الفيوزارى للفجل الذى يسببه الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani* بمعاملة البذور بالسلالة WCS374 من البكتيريا *Pseudomonas fluorescens* (Leeman وآخرون ١٩٩٥).

● أدى غمس بذور اللوبيا فى معلق للبكتيريا *Bacillus subtilis* قبل زراعتها فى تربة ملوثة بالفطر *Rhizoctonia solani* إلى حماية بادرات اللوبيا من الإصابة بالفطر (Noronha وآخرون ١٩٩٥).

● أعطت بعض عزلات البكتيريا *Pseudomonas putida* — وخاصة رقم TR-38 — مكافحة جيدة للفطر *R. solani* لدى معاملة بذور الفاصوليا بها (Gomes وآخرون ١٩٩٦).

● أدى نقع جذور شتلات الطماطم فى معلق للسلالة PfG32 من البكتيريا

Pseudomonas fluorescens – وهى التى كانت قد عُزلت من المحيط الجذرى للبصل – إلى حمايتها من الإصابة بالذبول البكتيرى، ويُعتقد أن تأثيرها الأساسى كان مرده إلى إنتاج البكتيريا لمضادات حيوية، و siderophores، وهى مواد تخلب عليها الحديد وتجعله غير ميسر لاستعمال البكتيريا المرضة وإن كانت لا تؤثر على تيسر العنصر للنبات (Mulya وآخرون ١٩٩٦).

- تنتج السلالة F113 من *Pseudomonas fluorescens* المركب -2,4 diacetylphloroglucinol (اختصارًا: DAPG) الذى أمكن إنتاجه – كذلك – صناعيًا، وتبين أنه يثبط نمو البكتيريا *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* فى البيئات الصناعية، كما تبين أن البكتيريا *P. fluorescens* ذاتها تفيد فى المكافحة الحيوية لمرض العفن الطرى البكتيرى الذى تسببه البكتيريا *E. carotorora* subsp. *atroseptica* فى درنات البطاطس (Cronin وآخرون ١٩٩٧).

- أدى غمس جذور شتلات الطماطم فى معلق للسلالة ATCC7700 من البكتيريا *Pseudomonas aeruginosa* إلى خفض إصابة النباتات ببكتيريا الذبول *Ralstonia solananacearum* (Furuya وآخرون ١٩٩٧).

- أمكن خفض شدة الإصابة بالبكتيريا *Ralstonia solanacearum* فى الباذنجان بمعاملة جذور البادرات قبل شتلها ببكتيريا الـ Pseudomonads الفلورية (Chao & Chen ١٩٩٧).

تفيد معاملة البطاطس بالسلالة BS107 من البكتيريا *Bacillus subtilis* فى حمايتها من الإصابة بكل من *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*، و *E. carotovora* subsp. *carotovara* مسببتا مرضا الجذع الأسود والعفن الطرى البكتيرى، على التوالى (Sharga & Lyon ١٩٩٨).

- وجد أن السلالة F-1-1 من البكتيريا *Serratia macescens* تفرز صبغات حمراء مضادة بشدة للفطر *Phytophthora capsici* – مسبب مرض الذبول الطرى فى الخيار – بما قد يعنى احتمال الاستفادة منها فى المكافحة الحيوية للفطر (Okamoto وآخرون ١٩٩٨أ). وفى دراسة أخرى (Okamoto ١٩٩٨ب) أظهرت تلك السلالة البكتيرية

تضادية حيوية لكل من المسببات المرضية التالية:

Cochliobolus miyabeanus

Pythium spinosum

P. ultimum

Clavibacter michiganensis subsp. *michiganensis*

Erwinia carotovora subsp. *carotovora.*

● أمكن مكافحة لفحة فيتوفثورا بشكل جيد فى الفلفل بالمعاملة بأى من بكتيريا المحيط الجذرى *Burkholderia cepacia* (السلالة N9523)، أو *Pseudomonas aeruginosa* (السلالة 950923-29)، أو بالمركب الحاث للمقاومة DL-β-amino-n-butyric acid (اختصارًا: BABA)، ولكن المقاومة كانت أفضل بالمعاملة المشتركة بأى من النوعين البكتيريين — وخاصة *P. aeruginosa* — مع BABA (Lee وآخرون ١٩٩٩).

● يمكن توفير حماية لبذور الطماطم من الإصابة بالفطر *Pythium ultimum* بمعاملتها بالبكتيريا *Pseudomonas chloroaphis* (سابقًا: *P. aureofacines*) إما مباشرة كطلاء (bacterial coating) وإما من خلال معاملة bio-osmopriming، وهى التى تنقع فيها البذور فى محلول نترات صوديوم بتركيز -٠,٨ ميجا باسكال لمدة أربعة أيام يضاف إليه خلالها بيئة مغذية (nutrient broth) و polyalkylene glycol والبكتيريا، ثم تنقع البذرة فى الماء لمدة ثلاثة أيام أخرى. تحتوى البذور المعاملة بتلك الطريقة على ١٠^{٩} خلية بكتيرية/بذرة مقارنة بنحو ١٠^{٨} خلية/بذرة من تلك المعاملة بالطريقة الأولى. وبينما تعطى طريقة الطلاء مكافحة للفطر توازى المعاملة بالمبيد metalaxyl، فإن معاملة النقع تعطى مكافحة أيضًا ولكن بدرجة أقل (Warren & Bennett ١٩٩٩).

● أدت معاملة الطماطم بالبكتيريا *Pseudomonas fluorescens* قبل تعريضها للإصابة بالبكتيريا *Ralstonia solanacearum* — مسبب مرض الذبول البكتيرى — بأربعة عشر يومًا إلى خفض إصابتها بالمرض بشدة (Das & Bora ٢٠٠٠).

● تؤدى معاملة تيجان الأسبرجس قبل زراعتها بالسلالة PA147-2 من البكتيريا

Pseudomonas aureofaciens إلى خفض إصابتها جوهريًا بالفطر *Phytophthora megasperma* var. *sojae* مسبب مرض عفن فيتوفثورا (Goodfrey وآخرون ٢٠٠٠).

● تفيد بكتيريا المحيط الجذرى المنشطة للنمو النباتى فى وقاية الطماطم من الإصابة بفيرس موزايك الخيار (Zehnder وآخرون ٢٠٠٠).

● وفرت معاملة بادرات الطماطم ببكتيريا المحيط الجذرى *Pseudomonas fluorescens* حماية لها من الفطر *Pythium ultimum* المسبب للذبول الطرى (Hultberg وآخرون ٢٠٠٠).

● وجد لدى اختبار سلالات فردية ومختلطة من بكتيريا المحيط الجذرى *Bacillus pumilus* (السلالة INR7)، و *Curtobacterium flaccumfaciens* (السلالة ME1)، و *Bacillus subtilis* (السلالة GB03) أن معاملة الخيار بها — تحت ظروف الحقل — أدت إلى خفض شدة إصابته بمرضى النموات الخضرية: تبقع الأوراق الزاوى الذى تسببه البكتيريا *Pseudomona syringae* pv. *lachrymans*، والأنثراكنوز الذى يسببه الفطر *Colletotrichum orbiculare*، وكان خلط العزلات البكتيرية المعامل بها معًا أفضل من استعمال العزلات الفردية (Raupach & Kloepper ٢٠٠٠).

● أدت معاملة بذور الطماطم، أو تربة المشاتل بأى من عدد من بكتيريا المحيط الجذرى المنشطة للنمو النباتى، والتى تضمنت السلالة 937a من *Bacillus amyloliquefaciens*، والسلالة 937b من *B. subtilis*، والسلالة SE34 من *B. pumilus* إلى حماية نباتات الطماطم حتى ٤٠ يومًا بعد الشتل من الإصابة بفيرس تبرقش الطماطم tomato mottle virus (Murphy وآخرون ٢٠٠٠).

● أدى رش نباتات الطماطم بمعلق للبكتيريا *Pseudomonas fluorescens* بعد ٤٨ ساعة من عدواها بالفطر *Alternaria solani* إلى خفض الإصابة باللفحة الورقية بنسبة ١٥٪–٣٨٪ مقارنة بنباتات الكنترول (Babu وآخرون ٢٠٠٠).

● أمكن التخلص التام من الذبول الطرى الذى يسببه الفطر *Rhizoctonia solani* فى الخيار وذلك بمعاملة بيئة الزراعة بكل من السلالة RB14-C من البكتيريا *Bacillus*

subtilis مع رُبع التركيز المستعمل — عادة — من المبيد الفطرى flutolanil، علمًا بأن المبيد لم يكن له تأثير على البكتيريا (Hondoh وآخرون ٢٠٠١).

● أدت إضافة البكتيريا *Pseudomonas fluorescens*، و *Bacillus cereus* إلى التربة قبل بسترتها بالإشعاع الشمسى solarization إلى حدوث زيادة كبيرة فى أعداد تلك البكتيريا بنهاية فترة البسترة مع نقص فى أعداد بكتيريا الذبول البكتيرى *Ralstonia solanacearum* ونقص موازٍ فى نسبة إصابة الطماطم بالمرض (Kumar & Sood ٢٠٠١).

● أدت المعاملة ببكتيريا المحيط الجذرى *Pseudomonas aeruginosa* إلى توفير حماية جيدة للطماطم من الإصابة بكل من نيماتودا تعقد الجذور *M. javanica* والفطريات *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*، *F. solani*، و *Rhizoctonia solani*. وقد كان أعلى مستوى مكافحة لتلك المسببات المرضية حينما كانت المعاملة بكل من *P. aeruginosa*، و *Bacillus subtilis* مجتمعتين. هذا .. وتزداد فاعلية المعاملة بزيادة تركيز البكتيريا المنشطة للنمو، وبالمحافظة على رطوبة التربة بين ٥٠٪، و ٧٥٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية وليس أقل من ذلك (Siddiqui & Ehteshamul-Haque ٢٠٠١).

● وجد أن غمس جذور شتلات الفراولة فى معلق من بكتيريا المحيط الجذرى *Serratia plymuthica* (السلالة HRO-C48) قبل شتلها أدى إلى تحسين جوهرى كبير فى النمو النباتى ومحصول الثمار مع انخفاض واضح فى الإصابة بكل من الفطرين *Verticillium dahliae*، و *Phytophthora cactorum* قدرت بمتوسط قدره ٢٤.٢٪، و ٩,٦٪ للمرضين على التوالى (Kurze وآخرون ٢٠٠١).

● أدت معاملة بذور الطماطم وشتلاتها عند الشتل بأى من السلالة IN937a من بكتيريا المحيط الجذرى المنشطة للنمو النباتى *Bacillus amyloliquefaciens*، أو السلالة IN937b من البكتيريا *Bacillus subtilus* مع حقنها بفيرس موزايك الخيار إلى خفض إصابتها بالفيرس إلى نحو ثلث إصابة نباتات الكنترول، كما أدت المعاملة بأى من السلالتين وكذلك المعاملة بالسلالة SE34 من البكتيريا *Bacillus pumilus* إلى زيادة محصول نباتات الطماطم المحقونة بالفيرس — جوهريًا — عن نباتات الكنترول المحقونة بالفيرس فقط (Zehnder وآخرون ٢٠٠١).

● أدت معاملة بذور الكرنب الصينى بالبكتيريا *Bacillus subtilis* L-form إلى منع إنبات الجراثيم الكونيدية للفطر *Botrytis cinerea* عندما تعرضت لها الأوراق بعد ذلك (Walker وآخرون ٢٠٠٢).

● أفادت معاملة الكرنب والقنبيط والبروكولى بالسلالة BB من *Bacillus subtilis* فى حمايتها من الإصابة بالبكتيريا *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* مسبب مرض العفن الأسود (Wulff وآخرون ٢٠٠٢).

● أدت معاملة جذور الفاصوليا بالبكتيريا *Pseudomonas putida* (السلالة BTP1) إلى حماية النموات الهوائية من الإصابة بالفطر *Botrytis cinerea* (Ongena وآخرون ٢٠٠٢).

● يفيد رش الخيار بأى من السلالة B8Fr من *Enterobacter agglomerans* أو السلالة AGS-4 من *Bacillus subtilis* فى حماية النباتات من الإصابة بالفطر *Didymella bryoniae* مسبب مرض لفحة الساق الصمغية (Utkhede & Koch ٢٠٠٢).

● تؤدى المعاملة بسلالات مختلفة من *Pseudomonas putida* — تختلف فى آليات فعلها — إلى زيادة كفاءة المكافحة الحيوية؛ ثبت ذلك عند الجمع بين السلالتين RE8 و WCS358 من هذه البكتيريا، وما أحدثه ذلك من أثر إيجابى فى زيادة كفاءة مكافحة الذبول الفيوزارى فى الفجل (De Boer وآخرون ٢٠٠٣).

● أدت معاملة جذور الطماطم بالبكتيريا *Bacillus subtilis* مع أى من البكتيريا *B. pumilus*، أو *B. amyloliquefaciens* إلى تحفيز النمو النباتى وحمايته من الإصابة بفيرس موزايك الخيار (Murphy وآخرون ٢٠٠٣).

● أحدثت كل من المعاملات التالية خفضًا معنويًا فى إصابة الطماطم بالبكتيريا *Ralstonia solanacearum* مسبب مرض الذبول البكتيرى:

١- معاملة المشتل عند الزراعة بالسلالة 89B61 من البكتيريا *Pseudomonas putida*.

٢- المعاملة بالمنتج التجارى BioYield الذى يحتوى على سلالتين من *Bacillus*.

٣- المعاملة بالمنشط Actigard الذى يحتوى على المركب acibenzolar-S-methyl عندما كانت العدوى بالبكتيريا المرضة بجرعة منخفضة.

٤– المعاملة المزدوجة بكل من السلالة 89B61 من البكتيريا *P. putida* مع الـ Actigard أو مع BioYield (Anith وآخرون ٢٠٠٤).

● أدت معاملة البذور أو الجذور بالسلالة RB14-C من *Bacillus subtilis* — وهي سلالة تنتج الببتيد peptide المضاد للفطريات: iturin — إلى مكافحة الذبول الطرى للطماطم الذى يسببه الفطر *Rhizoctonia solani* وعفن جذور فوموبسس *Phomopsis* root rot فى الخيار (Kita وآخرون ٢٠٠٥).

● أظهرت معاملة الطماطم بأى من البكتيريا *Bacillus megaterium*، و *Burkholderia cepacia* قدرة على مكافحة الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* مسبب مرض عفن التاج والجذر الفيوزارى بنسبة وصلت إلى ٧٥٪. و ٨٨٪ للنوعين البكتيريين على التوالى (Omar وآخرون ٢٠٠٦).

● أمكن زيادة قوة النمو النباتي وخفض شدة الإصابة بعفن الساق الفحمى فى الكنتالوب الذى يسببه الفطر *Macrophomina phaseolina* بنقع البذور فى معلق لبعض سلالات البكتيريا *Pseudomonas fluorescens* أو *P. putida* (Etebarian وآخرون ٢٠٠٧).

● أفادت المعاملة ببعض السلالات من أى من البكتيريا *Bacillus subtilis*، أو *B. licheniformis* إلى تنشيط نمو نباتات الطماطم والفلفل وحمايتها من الإصابة بفطر الذبول الطرى *Alternaria tenuis* (Mateescu وآخرون ٢٠٠٧).

● أعطت المعاملة ببكتيريا المحيط الجذرى المنشطة للنمو *Paenibacillus alvei* (السلالة 165) تأثيرًا مثبطًا لكل من الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* على الكنتالوب، والفطر *Verticillium dahliae* على الباذنجان (Markakis وآخرون ٢٠٠٨).

هذا .. ولا يقتصر دور بكتيريا المحيط الجذرى على حماية النباتات من الإصابة ببعض مسببات الأمراض الفطرية والبكتيرية فقط، وإنما يتعداه إلى حمايتها — كذلك — من الإصابة ببعض الفيروسات وبعض الأنواع النيماتودية والحشرية، وذلك كما يتبن من جدول (٦–٥).

جدول (٦-٥):أمثلة على المكافحة الحيوية لمسببات الأمراض والحشرات فى عدد مـــن المحاصـــيل الزراعية باستعمال بكتيريا المحيط الجذرى المنشطة للنمو (عن Zahir وآخرين ٢٠٠٤).

المحصول	المرض أو الآفة	بكتيريا المحيط الجذرى
الشعير	البياض الدقيقى	*B. subtilis*
الفاصوليا	اللفحة الهالية	*Ps. fluorescens* strain 97
	Sclerotium rolfsii	*Ps. cepacia*
القرنفل	*Fusarium* wilt	*Pseudomonas* sp (WCS417r)
القطن	الذبول الطرى	*Ps. flourescens*
	Meloidogyne incognita *M. arenaria*	*B. subtilis*
	Rhizoctonia solani	*Ps. cepacia*
	Helicoverpa armigera	*Ps. gladioli*
الخيار	الأنثراكنوز	*Ps. putida* (89B-27), *Serratia marcescens* (90-166)
	Pythium ultimum	*Ps. cepacia*
	الذبول البكتيرى	*Ps. putida* (89B-27), *S. marcescens* (90-166)
	تبقع الأوراق الزاوى البكتيرى	*Ps. putida* (89B-27), *Flavomonas oryzihabitans* INR-5, *S. marcescens* (90-166), *Bacillus pumilus* INR-7)
	الذبول الفيوزارى	*Ps. putida* (89B-27), *S. marcescens* (90-166)
	فيرس موزايك الخيار	*Ps. putida* (89B-27), *S. marcescens* (90-166)
	خنفساء الخيار المخططة	*Ps. putida* (89B-27), *Flavomonas oryzihanitans* INR-5
	خنفساء الخيار المبقعة	*S. marcescens* (90-166), *B. pumilus* (INR-7)
	الذبول الفيوزارى	Mixture of *Paenibacillus* sp. 300, *Streptomyces* sp. 385
Green gram	*Aspergillus* sp. *Curvularia* sp., *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*	*Pseudomonas* sp.

تابع جدول (٦-٥).

المحصول	المرض أو الآفة	بكتيريا المحيط الجذرى
الذرة	دودة كيزان الذرة	*Ps. maltophila*
	Fusarium moniliformae	*Ps. cepacia* strains 526 and 406, *Enterobacter agglomerans* strain 621
فاصوليا المنج	عفن الجذور ونيماتودا تعقد الجذور	*Ps. aeruginosa, B. subtilis*
الأرز	لفحة أغماد الأرز	*Streptomyces* spp. and *Bacillus cereus* in combination with *Ps. fluorescens* and *Burkholderia*
	مسبب لفحة أغماد الأرز	Combination of *Ps. fluorescens* strains Pf1 and Fp7
	نيماتودا جذور الأرز	PGPR
بنجر السكر	نيماتودا التحوصل	*Ps. fluorescens*
	Pythium ultimum, Phoma betae, Rhizopus stolonifer, Fusarium oxysporum	*Pseudomonas* sp. strain F113
قصب السكر	الجذر الأحمر	PGPR
التبغ	فيرس تحلل التبغ	*Ps. fluorescens* strain
	اللفحة النارية	PGPR
	العفن الأزرق	*S. marcescens* 90-116, *B. pumilus* SE 34. *Ps. fluorescens* 89B-61, *B. pumilus* T4. *B. pasteurii* C-9
	دودة التبغ القرنية	Transgenic *Ps. cepacia* strain 526
الطماطم	نيماتودا تعقد الجذور	*Ps. chitinolytica*
	فيرس موزايك الخيار	*B. pumilus, Kluyvera cryocrescens, B. amyloliquifacians* strain 1N 937a, *B. subtilis* strain 1N 937b
	فيرس تبرقش الطماطم	*B. amyloliquifacians* strain 1N 937a. *B. subtilis* strain 1N 937b
القمح	Take all disease	*Bacillus, Pseudomonas, Penicillium, Beauveria Rhodococcus*
		Mixture of *Pseudomonas* sp.
	Septoria tritici	*Ps. aeruginosa* strain Leci
		Ps. putida strain BK8661

النوع البكتيرى *Bacillus subtilis*

تنتشر البكتيريا *Bacillus subtilis* فى مختلف أنواع الأراضى وفى البقايا النباتية المتحللة، ولكنها تتواجد غالبًا فى صورة جراثيم ولا تكون نشطة بيولوجيًّا. ويتوفر من سلالات هذه البكتيريا طرازين يستعمل أحدهما رشًّا على النموات الخضرية (مثل: QST713)، بينما يُضاف الآخر إلى التربة أو تعامل به البذور (مثل: GB03 كما فى التحضير التجارى Kodiak).

تُنتج البكتيريا طرازًا من المضادات الحيوية (ببتيدات دهنية lipopeptides) يتضمن الـ iturins؛ مما يجعلها منافسًا قويًّا للكائنات الدقيقة الأخرى بقتلها أو خفض معدلات نموها.

عند معاملة البذور بالبكتيريا فإنها تقوم – مباشرة – باستعمار المجموع الجذرى النامى وتكون منافسًا قويًّا لما قد تتعرض له الجذور من كائنات أخرى ممرضة.

كذلك تثبط البكتيريا إنبات جراثيم المسببات المرضية وتعطل نمو أنابيبها الجرثومية، وتقف حائلاً أمام تعلق المسبب المرضى بالنبات. كذلك فإنها تستحث تطوير مقاومة جهازية مكتسبة.

ومن بين أهم سلالات هذه البكتيريا ما يلى:

١- السلالة QST713: تستخدم رشًّا لمكافحة البياض الدقيقى.

٢- السلالة GB03: تستخدم فى معاملة البذور لمكافحة الفطريات التى تصيب الجذور.

٣- السلالة MBI600: تستخدم فى معاملة البذور أو التربة.

٤- السلالة FZB24 من *B. subtilis* var. *amyloliquefaciens* تعامل بها التربة .

ومن التحضيرات التجارية المعروفة للبكتيريا: Seranade، و Kodiak (Resource Guide for Organic Insect and Disease Management – كورنل – الإنترنت – ٢٠٠٦).

أنواع الاستربتوميسيتات

تنتج الاستربتوميسيتات streptomycetes مضادات حيوية تفيد فى مكافحة بعض

المسببات المرضية، كما يتبين من الأمثلة التالية:

● فى مصر .. وجد El Abyad وآخرون (١٩٩٣) أن تركيز ٨٠٪ لراشح مزارع أى من *Streptomyces pulcher*، أو *S. citreofluorescens* (علمًا بأن الجنس *Streptomyces* قد يعد من البكتيريا الراقية، أو من الفطريات الدنيا) كان مثبطاً لنمو كل من بكتيريا الذبول البكتيرى *P. solanacearum*، وبكتيريا التقرح البكتيرى *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* فى البيئات الصناعية. كما أدى تغليف بذور الطماطم بجراثيم أى من نوعى الـ *Streptomyces* قبل الزراعة إلى مكافحة كل من الذبول البكتيرى والتقرح البكتيرى فى الطماطم عند عمر ٤٢ يومًا، و ٦٣ يومًا بعد الزراعة.

● أمكن حماية البطاطس من الإصابة بالجرب الذى تسببه *Streptomyces scabies* بمعاملة التربة بأى من سلالتين من *Streptomyces* مثبطتين لـ *S. scabies*. هما: السلالة PonSSII من *S. diastatochromogenes* والسلالة PonR من *S. scabies* (Liu وآخرون ١٩٩٥).

● أدت معاملة جذور الطماطم بالاستربتوميسيت *Streptomyces plicatus* — الذى ينتج إنزيم الشيتينيز chitinase — بوفرة إلى حماية النباتات من الإصابة بكل من الفطريات *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* مسبب مرض الذبول الفيوزارى. و *Alternaria alternata* مسبب مرض تقرح الساق. و *Verticillium albo-atrum* مسبب مرض ذبول فيرتسيليم (Abd-Allah ٢٠٠١).

● أمكن عزل مضاد حيوى من أحد عزلات الـ *Streptomyces* sp. عُرِّف بأنه 2-methylheptyl isonicotinate، كان شديد الفاعلية ضد عديد من فطريات التربة. منها: *Fusarium oxysporum*، و *Gibberella fujikuroi* (سابقًا: *F. moniliforme*)، و *F. pallidoroseum* (سابقًا: *F. semitectum*)، و *F. solani*، و *Rhizoctonia solani*. وذلك لدى معاملة البذور به (Bordoloi وآخرون ٢٠٠٢).

آلية فعل بكتيريا المحيط الجذرى المنشطة للنمو فى المكافحة الحيوية

تتضاد بكتيريا المحيط الجذرى المنشطة للنمو النباتى Plant Growth Promoting

Rhizobacteria (اختصارًا: PGPR) مع المسببات المرضية التى تعيش فى التربة بمنافستها على الحديد، أو بإنتاجها مضادات حيوية أو لإنزيمات محللة.

ولقد أُدخلت السلالة A-13 من *Bacillus subtilis* للاستخدام التجارى فى عام ١٩٨٥ تحت الاسم التجارى Quantum، وأدخلت معها — كذلك — السلالتين GB03، و GB07 من ذات البكتيريا تحت الاسمين التجاريين Kodiak، و Epic على التوالى. كانت تلك السلالات هى أول ما استعمل تجاريًّا من الـ PGPR، واستعملت تلك المنتجات فى معاملة البذور — ضمن المعاملات بالمطهرات الفطرية — لحميتها من الإصابة بفطريات التربة.

لا تقتصر المعاملة بالـ PGPR على البذور، ولكنها يمكن — كذلك — أن تضاف مباشرة إلى التربة قبل الزراعة أو عند الشتل.

وتاريخيًّا .. لم يثبت — تجريبيًّا — دور الـ PGPR فى حث المقاومة الجهازية إلاّ فى عام ١٩٩١، وذلك بثلاث دراسات مستقلة أجريت على كل من: الأنثراكنوز فى الخيار، والذبول الفيوزارى فى القرنفل، واللفحة الهالية فى الفاصوليا (Zehnder وآخرون ٢٠٠١).

أنواع بكتيرية متنوعة

يفيد استعمال عديد من الأنواع البكتيرية فى المكافحة الحيوية لأمراض الخضر. كما يتضح من الأمثلة التالية:

- أمكن مكافحة الفطر *Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus* مسبب مرض الصدأ فى الفاصوليا بالمعاملة بالمعلق البكتيرى لأى من *Bacillus subtilis*، و *Bacillus* sp.، و *Arthobacter* sp. (Centurion & Kimati ١٩٩٤).

- تعرف Burkhead وآخرون (١٩٩٥) على نحو ٢٠ عزلةً بكتيريةً كانت كل منها قادرة على إنتاج نوع واحد على الأقل من مضادات الحيوية التى تفيد فى مكافحة الفطر *F. sambucinum*.

- أدت معاملة التربة بالبكتيريا الشيتينوليتية *Serratia marcescens* إلى حماية

نباتات الخيار من الإصابة بـالفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* بنسـبة تزيد على ٥٠٪ (Tiuterev وآخرون ١٩٩٥).

● أدت معاملة مخاليط الزراعة غير المعقمة بـأى مـن سـلالتى البكتيريـا الشـيتينولية chitinolytic: السلالة 300 من *Paenibacillus* sp.، أو السلالة 385 من *Streptomyces* sp. إلى تثبيط الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* مسـبب مـرض الـذبول الفيوزارى وكان استعمال مخلـوط متسـاوٍ مـن السـلالتين أفضـل مـن اسـتعمال أى منهمـا منفردة (Singh وآخرون ١٩٩٩).

● أفـادت معاملـة بـذور القنبـيط بسـلالة مـن البكتيريـا *Paenibacillus polymyxa* (سـابقًا: *Bacillus polymyxa*) فـى مكافحـة كـلا مـن البكتيريـا *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (مسـبب مـرض العفـن الأسـود) والفطـر *Alternaria brassicola* مسبب مـرض الـذبول الطـرى، ويُعتقد أن المكافحـة كـان مردهـا إلى إنتـاج البكتيريا *P. polymyxa* لمضادات حيوية (Pichard & Thouvenot ١٩٩٩).

● تؤدى معاملة النموات الخضرية لنباتات الخيـار بالبكتيريـا *Serratia plymuthica* (السلالة R1GC4) إلى جعلها مقاومة للإصـابة بـالفطر *Pythium ultimum*؛ الأمـر الـذى يكون مصاحبًا بتهيئة نباتات الخيار للتفاعل بسرعة أكبر وبكفاءة أكـبر ضـد فطـر البثـيم من خلال تكوين عوائق فيزيائية وكيميائية عند المواقـع التـى يمكـن أن يهاجمهـا الفطـر منها (Benhamou وآخرون ٢٠٠٠).

● يؤدى غمس جذور شتلات الفراولـة فـى معلـق للسـلالة HRO-C48 مـن البكتيريـا *Serratica plymuthica* إلى توفير حماية جزئية للنباتات من الإصابة بكـل مـن الفطـرين *Verticillium dahliae*، و *Phytophthora cactorum* (Kurze وآخرون ٢٠٠١).

● أعطـى رش نباتـات الفاصـوليا بـأى مـن السـلالة B1 مـن البكتيريـا *Pantoea agglomerans*، أو السـلالة الشـيتينوليتك C3 مـن البكتيريـا *Stenotrophomonas maltophilia* مكافحة جيدة لفطـر الصـدأ *Uromyces appendiculatus* (Yuen وآخـرون ٢٠٠١).

• أدت المعاملة بالسلالة C3 من البكتيريا *Stenotrophomonas maltophilia* إلى حماية نباتات الفاصوليا من الإصابة بالفطر *Uromyces appendiculates* المسبب للصدأ، وكانت المعاملة بمزارع البكتيريا بالشيتين chitin broth cultures مماثلة في فاعليتها للمكافحة بالرش المتكرر بالمبيد thiophanate methyl منفردًا أو مع manganese ethylenebisidithiocarbamate (المانيب maneb) (Yuen وآخرون ٢٠٠١).

البكتيريا المتطفلة على المسببات المرضية

تتطفل بعض الأنواع البكتيرية على بعض مسببات الأمراض الفطرية التي تعيش في التربة، كما يتبين من جدول (٦-٦).

جدول (٦-٦): أمثلة لبكتيريا تتطفل على بعض مسببات الأمراض الفطرية التي تعيش في التربة (عن **Whipps** ١٩٩٧).

البكتيريا	المسبب المرضى
Actinoplanes spp.	*Phytophthora mesasperma*
	Pythium spp.
Arthrobacter spp.	*Pythium debaryanum*
Bacillus spp.	*Sclerotium cepivorum*
Coryneforms	*Sclerotium cepivorum*
Enterobacter agglomerans	*Rhizoctonia solani*
Pseudomonas cepacia	*Pythium ultimum*
	Rhizoctonia solani
	Sclerotium rolfsii
Serratia marcescens	*Rhizoctonia solani*
	Sclerotium rolfsii
Streptomyces griseoviridis	*Alternaria brassicola*
	Botrytis cinerea
	Phomopsis sclerotioides
	Mycocentrospora acerina
	Sclerotinia sclerotiorum

البكتيريا المثبتة لآزوت الهواء الجوى

تلعب البكتيريا المثبتة لآزوت الهواء الجوى دورًا فى الحد من بعض المسببات المرضية كما يتبين من الأمثلة التالية:

- يؤدى تلقيح جذور الطماطم بالبكتيريا المنشطة للنمو النباتى *Azospirillum brasilense* إلى حماية البادرات من الإصابة بالبكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* مسبب مرض النقط البكتيرية (Bashan & de Bashan ٢٠٠٢).

- تفيد البكتيريا المثبتة لآزوت الهواء الجوى *Alcaligenes faecalis* فى الحد — جوهريًّا — من إصابة الطماطم بالذبول الطرى الذى يسببه الفطر *Rhizoctonia solani*، ويعتقد أن مرد ذلك التأثير إلى ما تنتجه البكتيريا من الهيدروكسيل أمين hydroxylamine، علمًا بأن هذه البكتيريا تثبط نمو ١٣ نوعًا من الفطريات فى البيئات الصناعية (Honda وآخرون ١٩٩٩).

- أفادت معاملة بذور الفاصوليا بأى من البكتيريا *Rhizobium leguminosarum* bv. *viceae* (السلالتان R12، و R21) أو *R. leguminosarum* bv. *phaseoli* (السلالة BR)، أو *Pantoea agglomerans* (السلالة PA) إلى مكافحة الذبول البكتيرى الذى تسببه البكتيريا *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* بصورة جوهرية. سواء أكانت البذور مصابة طبيعيًّا بالبكتيريا المرضة، أم تم عدواها بها (Huang وآخرون ٢٠٠٧).

الميكوريزا

عرفت فائدة بعض فطريات الميكوريزا mycorrhizae التابعة للجنس *Trichoderma* فى مجال المكافحة الحيوية لمسببات الأمراض النباتية منذ عشرينات القرن العشرين. ولقد كان الاعتقاد السائد — حتى وقت قريب — أنها تعمل — أساسًا — من خلال قدرتها على التطفل على الفطريات mycoparasitism، والتضادية الحيوية antibiosis، وقدرتها التنافسية competition على مصادر الغذاء والحيز المكانى؛ إلا أن التقدمات الحديثة أظهرت — كذلك — أهمية الترايكودرما فى حث تطوير كلا من المقاومة الجهازية والموضعية.

تستعمر فطريات الميكوريزا خلايا البشرة والطبقات الخارجية من القشرة فى الجذور، وتفرز جزيئات كيميائية تتسبب فى إحاطة ميسيليوم الترايكودرما المتقدم بجدر عازلة. وإلى جانب إرسال الميكوديرما لإشارة البدء فى حث تطوير المقاومة الجهازية فإنها تسهم — بشدة — فى زيادة معدل النمو وامتصاص العناصر.

وتفرز فطريات الترايكودرما خليطًا من الإنزيمات المضادة للفطريات تتضمن: β-1.3-glucanases، ولهذه الإنزيمات خاصية تداؤبية synergistic مع بعضها البعض. ومع مواد أخرى (Harman ٢٠٠٦).

وتفيد المعاملة بالـ arbuscular mycorrhizal fungi (فطريات الميكوريزا) فى الوقاية من العديد من المسببات المرضية، كتلك التى تتبع الأجناس.

Gauemannomyces
Chalara (Thielaviopsis)
Rhizoctonia
Verticillium
Phytophthora
Fusarium
Pythium
Sclerotium
Aphanomyces

هذا .. إلا أن تلك الحماية لا تكون ضد جميع المسببات المرضية الفطرية. كما أن مستوى الحماية التى توفرها الميكوريزا تختلف باختلاف كل من نوع الميكوريزا المستعمل والنوع النباتى المُعامل بها.

ولا تقتصر الحماية التى توفرها الميكوريزا على الأمراض التى تعيش مسبباتها فى التربة وتحدث الإصابة بها عن طريق الجذور، بل تتعداها — أحيانًا — إلى تلك التى تصيب النموات الخضرية كذلك.

كما أن الميكوريزا يمكن أن تغير من شدة قابلية النباتات للإصابات الحشرية، حيث تؤثر فى قدرتها على التغذية والتكاثر على النبات العائل وخاصة الحشرات القارضة (Harrier & Watson ٢٠٠٣).

تعد السلالة T-22 من *Trichoderma harzianum* من أكثر سلالات الترايكودرما استعمالاً فى المكافحة الحيوية، وكانت قد أنتجت بطريقة دمج البروتوبلاست؛ بهدف

الحصول على سلالة على درجة عالية من القدرة على المنافسة فى المحيط الجذرى rhizosphere النباتى، مع قدرة عالية — أيضًا — على المنافسة مع البكتيريا التى تعرف باسم spermosphere bacteria. وكانت السلالتان اللتان أدمجتا من *T. harzianum* هما السلالة T-95، وهى طفرة ذات قدرة عالية على المنافسة فى المحيط الجذرى كانت قد أنتجت فى كولومبيا من سلالة عزلت من تربة مثبطة للرايزكتونيا، والسلالة T-12، وهى التى كانت بدورها أكثر قدرة على المنافسة مع الـ spermosphere bacteria عن T-95 تحت ظروف نقص الحديد، وكانت كلتاهما قويتين فى المكافحة الحيوية.

وعلى الرغم من ظهور سلالات كانت أكثر قدرة على التنافس فى المحيط الجذرى أو أكثر قدرة على التنافس مع الـ spermosphere bacteria، فإن السلالة T-22 كانت أكثرها فاعلية وجمعت الخاصيتين معًا (Harman ٢٠٠٠).

إن الميكوريزا تلعب دورًا هامًا فى المكافحة الحيوية لعديد من الأمراض، ومن أمثلة ذلك ما يلى:

- أمكن مكافحة الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* — بيولوجيًّا — من عزلات الميكوريزا *Trichoderma* spp. ومن بين العزلات التى أعطت أفضل النتائج كانت إحداها — وهى العزلة TN-63 — تتبع الفطر *T. viride*، بينما كانت عزلة أخرى — وهى TN-31 — تنتمى إلى الفطر *T. aureoviride* (Reis وآخرون ١٩٩٥).

- أفاد استعمال فطر الميكوريزا *Trichoderma etunicatum* فى توفير قدر عال من الحماية ضد الفطر *V. dahliae* فى الباذنجان وزيادة المحصول، وقلة تشوهات الثمار (Matsubara وآخرون ١٩٩٥).

- أمكن مكافحة الذبول الطرى الذى تحدثه فطريات: *Fusarium* spp.، و *Pythium* spp.، و *Rhizoctonia solani* فى الفاصوليا بالمعاملة — عند الزراعة — بفطر الميكوريزا *Gliocladium virens* مخلوطاً بنخالة القمح فى صورة حبوب (wheat bran alginate pellet formulation) (Smith ١٩٩٦).

- أفادت معاملة الفاصوليا ببعض عزلات فطر الميكوريزا *Trichoderma harzianum*

فى مكافحة الفطر *Rhizoctonia solani* (Noronha وآخرون ١٩٩٦). وحُصل على نتائج جيدة – كذلك – بمعاملة بذور الفاصوليا أو التربة بالفطر *T. viride* (El-Farnawany & Shama ١٩٩٦، و Aziz وآخرون ١٩٩٧).

- أفادت المعاملة بفطر الميكوريزا *Glomus mosseae* فى مكافحة الإصابة بالفطر *F. solani* فى الفاصوليا، كما أدى تواجد عقد الرايزوبيم الجذرية (التى تحدثها البكتيريا *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* – مع فطر الميكوريزا – إلى زيادة قدرة نباتات الفاصوليا على تحمل الإصابة بعفن الجذور الجاف (Dar وآخرون ١٩٩٧).

- أدت معاملة التربة بأى من فطر الميكوريزا *Trichoderma harzianum* (عزلة T39)، أو البكتيريا *Pseudomomans aeruginosa* (عزلة KMPCH) إلى إكساب نباتات الفاصوليا مقاومة جهازية ضد الفطر *Colletotrichum lindemuthianum* (Bigirimana وآخرون ١٩٩٧).

- أدت معاملة بذور الفاصوليا بالفطر *Trichoderma viride* إلى تقليل كثافة تواجد الفطر *Rhizoctonia solani* فى المحيط الجذرى لنباتات الفاصوليا (Aziz وآخرون ١٩٩٧).

- أدى رش الخيار بأى من الفطرين *Trichoderma harzianum* (السلالة T39) أو *Ampelomyces quisqualis* (السلالة AQ10) إلى مكافحة الفطر *Sphaerotheca fusca* المسبب للبياض الدقيقى بصورة جيدة، وكان *A. quisqualis* هو الأكثر كفاءة فى المكافحة فى الأوراق المسنة. وبينما لم يكن للجمع بين المعاملتين تأثيرًا على مكافحة فطر البياض الدقيقى، فإن ذلك أدى إلى تحسين مكافحة الفطر *Botrytis cinerea*. وجدير بالذكر أن المعاملة الأرضية بفطر الميكوريزا أحدثت – كذلك – نقصًا كبيرًا فى إصابة نباتات الخيار بالبياض الدقيقى (Elad وآخرون ١٩٩٨).

- كما أمكن مكافحة أعفان الجذور التى تسببها الفطريات *R. solani*، و *F. solani*، و *S. rolfsii* فى الفاصوليا بمعاملة التربة بأى من فطرى الميكوريزا *T. harziamum*، أو *T. viride* (Ellil وآخرون ١٩٩٨).

- أظهرت عزلة محلية مصرية من *Trichoderma hamatum* تضادية قوية للفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* مسبب مرض الذبول الفيوزارى فى الطماطم (Sarhan وآخرون ١٩٩٩).

- تفيد فى مكافحة الفطر *Rhizoctonia solani* مسبب مرض القشف الأسود فى البطاطس المعاملة بأى من: *Trichoderma harzianum*، أو *Coniothyrium minitans*، أو *Gliocladium virens* (Haggag & Nofal ٢٠٠٠).

- أفادت معاملة نباتات الأسبرجس بأى من فطريات الميكوريزا *Glomus fasciculatum*، أو *Glomus* sp. R10، أو *Gigaspora margarita* إلى خفض معدل إصابتها بعفن الجذور الفيوزارى إلى أقل من نصف معدل إصابة نباتات الكنترول (Matsubara وآخرون ٢٠٠١)، ولقد أعطت المعاملة بأى من *Trichoderma harzianum*، أو *Glomus intraradices*، أو بهما معًا نتائج مماثلة (Arriola وآخرون ٢٠٠٠).

- أفاد الرش بأى من المنتج التجارى ترايكودكس Trichodex (الذى يحتوى على العزلة T39 من *Trichoderma harzianum*، أو بالعزلة DAR74209 من *T. virens* منفردتين أو مجمعتين فى حماية كل من البطاطس ضد مرض العفن الوردى pink rot والطماطم ضد مرض عفن الجذر والساق اللذان يسببهما — فى المحصولين — الفطر *Phytophthora erythroseptica*، هذا فضلاً عن زيادة محصول درنات البطاطس المعاملة بالعزلة DRA74209 سواء فى وجود الفطر المسبب للمرض أم فى غيابه، وزيادة نسبة بقاء بادرات الطماطم المعاملة بالعزلة ذاتها فى وجود الفطر (Etebarian وآخرون ٢٠٠٠).

- يزداد نمو نباتات الطماطم لدى حقنها بالميكوريزا *Glomus etunicatum*، كما يوفر لها بعض الحماية من الإصابة بالذبول الفيوزارى (Ozgonen وآخرون ٢٠٠١).

- أظهرت العزلة T39 من الفطر *Trichoderma harzianum* (كما توجد فى التحضير التجارى Trichodex) فاعلية كبيرة فى مكافحة كل من الفطرين *Botrytis cinerea*، و *Fulva fulva*، و *Sclerotinia sclerotiorum* (Elad ٢٠٠٠).

- أدت معاملة بادرات الأسبرجس بالسلالة T22 من *Trichoderma harzianum* إلى زيادة وزن الجذور ونقص إصابتها بكل من الفطرين *Fusarium oxysporum* f. sp.

asparagi، و *F. proliferatum* عندما كان تواجدهما قليلاً، ولكن ليس عندما كان تواجدهما كبيرًا. وبالمقارنة .. أحدثت المعاملة بالمبيد fludioxonil خفضًا فى شدة الإصابة بالفيوزاريم عند كل مستويات تواجده (Reid وآخرون ٢٠٠٢).

- تفيد معاملة بذور الطماطم بفطر الميكوريزا *Trichoderma koningii* في حماية البادرات من الإصابة بالفطر *Corticium rolfsii* مسبب مرض الذبول الطرى (Tsahouridou & Thanassoulopoulos ٢٠٠٢).

- أظهرت عزلتان من الميكوريزا *Trichoderma viride* (هما: *L4*، و S17A) قدرة على تحليل أكثر من ٦٠٪ من الأجسام الحجرية للفطر *Sclerotium cepivorum* مسبب مرض العفن الأبيض في البصل، وخفض الإصابة بالمرض جوهريًّا (Clarkson وآخرون ٢٠٠٢).

- تفيد المعاملة بفطريات الميكوريزا، مثل *Trichoderma viride*، و *T. pseudokoningii* في تخليص التربة من نحو ٦٠٪–٨٠٪ مما قد يتواجد فيها من أجسام حجرية للفطر *Sclerotium cepivorum* مسبب مرض العفن الأبيض فى البصل والثوم (Clarkson وآخرون ٢٠٠٤).

- أدت إضافة السلالة Tr5 من *Trichoderma koningii* إلى تربة ملوثة بالأجسام الحجرية للفطر *Sclerotium cepivorum* — مسبب مرض العفن الأبيض فى البصل — بأعداد تراوحت بين ١٠، و ١٠٠ جسم حجرى لكل كيلوجرام واحد من التربة — إلى مكافحة المرض بنسبة تراوحت بين ٦٣٪، و ٧٩٪ (Metcalf وآخرون ٢٠٠٤).

- أوضحت الدراسات أن الفطرين *Trichoderma harzianum*، و *T. longibrachiatum* يتطفلان بضراوة على الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*؛ مما يؤدى إلى القضاء عليه بصورة تامة خلال فترة وجيزة (Younis ٢٠٠٥).

- أدت المعاملة بالميكوريزا *Trichoderma viride* مع أى من كمبوست مخلفات البصل أو المبيد الفطرى tebuconazole إلى الحد — بشدة — من إصابة البصل بالفطر *Sclerotium cepivorum* مسبب مرض العفن الأبيض، علمًا بأن المعاملة بالميكوريزا منفردة كانت فعالة — فى مكافحة المرض ولكن بدرجة أقل (Clarkson وآخرون ٢٠٠٦).

● أدى تلقيح شتلات الفلفل بأى من فطريات الميكوريزا *Glomus mosseae*، أو *G. etunicatum*، أو *G. fasciculatum*، أو *Gigaspora margrita* إلى تحفيز النمو النباتى وخفض معدل الإصابة بالفطر *Phytophthora capsici* مسبب مرض لفحة فيتوفثورا، وبخاصة عند استعمال الميكوريزا *G. mosseae* (Ozgonen & Erkilic ٢٠٠٧).

● أدى نقل الجين chit36 – المسئول عن إنتاج إنزيم الإندوشيتينيز CHIT36 – من *Trichoderma harzianum* إلى الجزر إلى الحد من إصابة الأخير بكل من الفطرين *Alternaria radicina*، و *Botrytis cinerea* بنحو ٥٠٪ (Baranski وآخرون ٢٠٠٨).

الخمائر

نجحت المعاملة ببعض أنواع الخمائر فى مكافحة بعض أمراض الخضر، كما يتبين من الأمثلة التالية:

● أمكن الحصول على نتائج جيدة عند محاولة مكافحة اثنين من الفطريات المسببة لمرض العفن الجاف الفيوزارى فى البطاطس – هما: *F. sambucinum* (*Gibberella pulicaris*)، و *F. solani* var. *coruleum* – باستعمال عدة سلالات من الخميرة، ولكن البكتيريا *Pseudomonas fluorescens* أعطت نتائج إيجابية (Schisler وآخرون ١٩٩٥). كذلك أمكن مكافحة الفطر *F. sambucinum* بواسطة البكتيريا *P. cepacia* (سلالة B37w) فى بيئة صناعية (Burkhead وآخرون ١٩٩٤).

● أحدثت المعاملة ببعض العزلات من الخمائر *Rhodotorula glutinis*. و *Cryptococcus albidus* إلى مكافحة الفطر *Botrytis cinerea* فى الفاصوليا (Elad وآخرون ١٩٩٤).

● أدى رش نباتات الخيار ثلاث مرات على فترات أسبوعية بمعلق لبعض طفرات الخميرة *Tilletiopsis washingtonensis* إلى حمايتها من الإصابة بالفطر *Sphaerotheca fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى، وقد ظهرت هيفات *S. fuliginea* وهى منكمشة ومنهارة فى النباتات المعاملة بالخميرة (Abd El-Hafiz ١٩٩٩).

فطريات أخرى متنوعة

تفيد عديد من الفطريات فى المكافحة الحيوية للأمراض، كما يتبين من الأمثلة التالية:

● يستعمل الفطر *Aureobasidium pullulans* فى المكافحة الحيوية لمرض اللطعة الأرجوانية فى البصل، وهو من الفطريات المترممة على الأوراق، ولا يعرف دوره فى المكافحة الحيوية لفطر اللفحة الأرجوانية على وجه التحديد (Maude ١٩٩٠).

● أدت معاملة جذور الباذنجان بالفطر *Talaromyces flavus* إلى خفض كثافة تواجد الفطر *Verticillium dahliae* — مسبب مرض ذبول فيرتسيليم — بها بنسبة تراوحت بين ٥١٪، و ٦٩٪ (Fahima & Henis ١٩٩٥).

● أدت معاملة الفاصوليا بالفطر *Verticillium lecanii* إلى حمايتها من الفطر المسبب للصدأ *Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus* (Romero & Carrion ١٩٩٥).

● أظهرت الدراسات فاعلية الفطرين *Coriolus versicolor*، و *Pleurotus eryngii* فى مكافحة الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* مسبب مرض الذبول الفيوزارى فى الطماطم، ويعتقد بأن مرد تأثيرهما هو إلى ما يلازمهما من زيادة كبيرة فى نشاط الإنزيم β-(1,3)-glucanase باعتبار أن المكون الرئيسى بجدر خلايا الفطر *F. oxysporum* هو الجلوكانات glucans. ونظرًا لعدم وجود أى نشاط لإنزيمات الـ cellulases والـ xylanases (التى تعمل على عديدات التسكر بجدر الخلايا النباتية) فى *C. versicolor*، فإنه يعد البديل الأفضل لمكافحة الأمراض التى تسببها فطريات الفيوزاريم (Ruiz-Duenas & Martinez ١٩٩٦).

● أعطت معاملة سيقان الطماطم المجروحة بالفطر *Cladosporium cladosporioides* مكافحة جيدة للفطر *Botrytis cinerea* (Eden وآخرون ١٩٩٦).

● يعطى الفطر *Gliocladium roseum* مكافحة شبه تامة للفطر *Botrytis cinerea*. وفى اختبارات له على الفراولة كان مستوى المكافحة التى أحرزها ضد الفطر *B. cinerea*

مماثلة للمكافحة التى تحرزها كائنات المكافحة الحيوية الرئيسية مثل *Trichoderma viride*، و *Myrothecium verrucaria*، و *Penicillium* spp.، والمبيدان الفطريان القياسيان كابتان captan، وكلوروثالونيل chlorothlonil، أو أفضل منها. وتفضل المعاملة الأسبوعية بالفطر (Sutton وآخرون ١٩٩٧).

● بوضع الفطر *G. roseum* على صورة مسحوق فى وعاء يسمح بإسقاط الفطر على خلايا النحل .. فإن شغَّالات النحل التى تتلوث بالفطر تقوم بنقله إلى الأزهار لدى زيارتها لها؛ علمًا بأن إصابة الثمار بالفطر *B. cinerea* — الذى يكافحه الفطر *G. roseum* — تبدأ من الأزهار (Sutton وآخرون ١٩٩٧).

● أدت معاملة نباتات الطماطم بالفطر *Penicillium oxalicum* إلى حث تطوير الدفاع النباتى بها ضد الإصابة بفطر الذبول *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (De Cal وآخرون ١٩٩٧).

● يؤدى غمس جذور شتلات الطماطم فى معلق لكونيديات الفطر *Penicillium oxalicum* أو معاملة المشتل ذاته قبل الشتل إلى حماية النباتات من الإصابة بالذبول الفيوزارى؛ وذلك بحثّ المقاومة فى النباتات ضد الفطر *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Garcia-Lepe وآخرون ١٩٩٨).

● أوضحت الدراسات أن البيئة السائلة لمزارع الفطر *Phoma glomerata* تؤدى — عند إضافتها للتربة — إلى مكافحة الفطر *Plasmodiophora brassicae* مسبب مرض تثألل جذور الصليبيات. وقد تبين أن مرد ذلك التأثير إلى الميكوتوكسين epoxydon؛ وهو: 5-hydroxy-3-(hydroxymethy)-7-oxabicyclo[4.1.0]hept-3-en-2-one. تتميز هذه المادة بأنها مضادة للسرطانات ولنشاط الأوكسين، ولا تعد مضادًا ميكروبيًا قويًا. كما أنها تستحث المقاومة فى النباتات. ولكنها أدت إلى مكافحة تثألل الجذور عندما أضيفت إلى التربة بتركيز ٢٥٠ ميكروجرام/مل. وقد اختبرت عدة مضادات أكسينات من حيث قدرتها على مكافحة المرض، ووجد أن إحداها، وهو: 2,3,5-triiodobenzoic acid كان فعالاً بتركيز ١٠ ميكروجرام/مل (Arie وآخرون ١٩٩٨).

● أفادت معاملة مشاتل الطماطم بالفطر *Penicillium oxalicum* فى الحد من إصابة

النباتات بعد الشتل بالذبول الفيوزارى على الرغم من أن المعاملة لم تؤثر فى عشيرة الفطر المرض فى المحيط الجذرى للطماطم (De Cal وآخرون ١٩٩٩).

• يفيد الفطران *Pythium periplocum*، و *P. oligandrum* فى المكافحة الحيوية للفطر *P. ultimum* مسبب مرض الذبول الطرى فى الخيار. وقد أفاد استعمال الفطرين سواء أتمت المعاملة بهما بالإضافة إلى مخاليط الزراعة، أم بتغليف البذور (Ali-Shtayeh & Saleh ١٩٩٩).

• أفادت المعاملة بالفطر *Verticillium lecanii* فى مكافحة الفطر *Uromyces appendiculatus* فى الفاصوليا بصورة أفضل من استخدام الأساليب الزراعية المتكاملة المتضمنة الرش بالمانكوزب (Carrion وآخرون ١٩٩٩).

• يفيد رش المحاصيل المصابة بالفطر *Sclerotinia sclerotiorum* — مسبب مرض العفن الأبيض — بالفطر *Coniothyrium minitans* فى بقاء أعداد الأجسام الحجرية للفطر المرض فى التربة منخفضًا؛ الأمر الذى يفيد فى مكافحة المرض عند زراعة محاصيل قابلة للإصابة بالفطر فى الدورة (Gerlagh وآخرون ١٩٩٩).

• توفر المعاملة بالفطر *Penicillium oxalicum* مقاومة لنباتات الطماطم ضد الإصابة بالذبول الفيوزارى من خلال تحفيز النبات على استمرار نشاط نسيج الكامبيوم؛ مما يؤدى إلى تكوين مزيد من الخشب الثانوى، الذى قد يكون أحد الأسباب التى تؤدى إلى الحد من شدة الإصابة بالمرض (De Cal وآخرون ٢٠٠٠).

• أدت معاملة بادرات الكرنب الصينى بالفطر *Heteroconium chaetospira* إلى حماية النباتات — بدرجة عالية — من الإصابة بكل من الفطرين *Plasmodiophora brassicae* مسبب مرض تثألل الجذور، و *Verticillum dahliae* مسبب مرض الإصفرار (Narisawa وآخرون ٢٠٠٠).

• وجد أن راشح مزارع الفطر *Verticillium albo-atrum* يؤدى عند رشه على أوراق الخيار إلى حماية الجذور من الإصابة بذات الفطر (Hammerschmidt وآخرون ٢٠٠١).

• أدت معاملة جذور الخيار بأحد العزلات من الفطر *Phoma* spp. إلى حماية

النباتات جهازيًّا من الإصابة بكل من بكتيريا تبقع الأوراق الزاوى والذبول الفيوزارى (Koike وآخرون ٢٠٠١).

● أدت المعاملة أربع مرات بالفطر *Penicillium oxalicum* إلى مكافحة إصابة الطماطم بالذبول الفيوزارى دون أن تؤثر المعاملة على كثافة تواجد فطر الذبول فى محيط الجذور (De Cal & Melgarejo ٢٠٠١).

● أدى رش النموات الخضرية للطماطم بالفطر *Phytophthora cryptogea* إلى حماية النباتات من الإصابة بالفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Attitallah وآخرون ٢٠٠١).

● أمكن مكافحة فطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* مسبب مرض عفن التاج والجذر الفيوزارى فى الطماطم بيولوجيًّا باستعمال السلالة GF191 من الفطر *Fusarium equiseti* فى أوعية الشتلات قبل الشتل مع استعمال أوعية قابلة للتحلل فى التربة (Horinouchi وآخرون ٢٠٠٨).

● إن عدوى بادرات الطماطم بالفطر *Pythium oligandrum* تقيها من الإصابة بالذبول البكتيرى الذى تسببه البكتيريا *Ralstonia solanacearum*، علمًا بأن الحماية التى يوفرها الفطر ليس مردها إلى مجرد منافسة الفطر للبكتيريا على استعمار سطح جذور النبات أو منافسته لها على الغذاء فى المحيط الجذرى (Takenaba وآخرون ٢٠٠٨).

● دُرست كفاءة خمسة فطريات فى المكافحة الحيوية للأجسام الحجرية للفطر *Sclerotinia sclerotiorum*، وتبين ما يلى:

١- كان أكثرها كفاءة فى خفض حيوية الأجسام الحجرية — فى مدى حرارى واسع من ١٥ إلى ٢٥°م وفى كل من التربة المعقمة والطبيعية — الفطر *Coniothyrium minitans*.

٢- احتل فطر الميكوديرما *Trichoderma virens* المرتبة الثانية فى مكافحته الفطر المرض.

٣- كانت الفطريات *Epicoccum purpurascens*، و *Talaromyces flavus*،

و *Trichothecium roseum* فعالة كذلك فى مكافحة الفطر الممرض. ولكن بدرجة تقل عن كل من *C. minitans*، و *T. virens*.

٤- كانت الأجسام الحجرية المهيئة للنمو الميسيليومى أكثر عرضة للإصابة بفطريات المكافحة الحيوية الخمسة عن الأجسام الحجرية الساكنة(Huang & Erickson ٢٠٠٨).

● يستخدم الفطر *Coniothyrium minitans* فى المكافحة البيولوجية لفطريات مثل *Sclerotinia sclerotiorum*، و *Sclerotinia minor*. ويتواجد هذا الفطر فى التربة فى مختلف أنحاء العالم. وتتكون التحضيرات التجارية المستخدمة فى المكافحة الحيوية (مثل Contans) من الجراثيم الكونيدية للفطر مجففة ومخلوطة بالجلوكوز. وعند الاستعمال يضاف الماء على هذا المخلوط ويرش على سطح التربة.

ويعمل *C. minitans* بمهاجمة الأجسام الحجرية لكل من الفطرين *S. sclerotiorum*، و *S. minor*، وهى التى تعطى عند إنباتها عديدًا من الجراثيم التى تصيب النباتات المزروعة. يُحدث هذين الفطرين أمراضًا خطيرة فى مئات الأنواع النباتية، مثل العفن الأبيض فى الفاصوليا والطماطم والفلفل والصليبيات، وسقوط الأوراق فى الخس. والعفن الأبيض فى الجزر أثناء التخزين.

من الأهمية بمكان أن يكون رش الـ Contans شاملاً لكل سطح التربة؛ وأن يخلط بالـ ٢,٥ سم السطحية منها إما بالرى وإما بالخربشة، وألاّ تثار التربة بعد ذلك لكى لا تنتقل أجسامًا حجرية من الأعماق — التى لم يصلها *C. minitans* إلى سطح التربة.

على الرغم من حساسية الفطر للضوء فإنه يعد متحملاً للحرارة (Resource Guide for Organic Insect and Disease Management — كورنل — الإنترنت — ٢٠٠٦).

● يفيد فطر المحيط الجذرى غير الممرض *Pythium oligandrum* فى حماية نباتات الطماطم من الإصابة ببكتيريا الذبول *Ralstonia solanacearum* (Takenaka وآخرون ٢٠٠٨).

السلالات غير الممرضة من فطريات ممرضة

أسلفنا الإشارة فى مواضع أخرى من هذا الفصل عن الدور الذى تلعبه السلالات

غير المرضة من بعض الفطريات فى حماية النباتات من الإصابة بالسلالات المرضة من الفطريات ذاتها أو غيرها. ونلقى – فيما يلى – مزيدًا من الضوء على تلك الظاهرة:

● أدت المعاملة بالسلالة غير المرضة Fo47 من *F. oxysporum* إلى حماية نباتات الطماطم من الإصابة بالذبول الفيوزارى، وذلك فى كل من المزارع المائية والأرضية. وقد أدت المعاملة إلى زيادة نشاط إنزيمات الـ chitinase، و β-1,3-glucanase، والـ β-1,4-glucosidase فى النباتات المعاملة بالسلالة غير المرضة (Fuchs وآخرون ١٩٩٧).

● أمكن بإضافة أى من ١٣ سلالة غير ممرضة من *Fusarium oxysporum* (سبق عزلها من التربة أو من المحيط الجذرى لنباتات أسبرجس) إلى تربة لوثت – كذلك – بالفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *aspargi* إلى خفض إصابة نباتات الأسبرجس بعفن الجذور الذى يسببه هذا الفطر بأكثر من ٥٠٪ (Blok وآخرون ١٩٩٧).

● وجد أن بعض عزلات الفيوزاريم غير المرضة كانت عالية الفاعلية فى الحماية من الإصابة بالذبول الفيوزارى فى عديد من النباتات، منها: الطماطم، والبطيخ، والكنتالوب . وذلك من خلال إكساب النباتات مقاومة جهازية مستحثة.

ومن بين الكائنات الدقيقة الأخرى التى وفرت حماية ضد الذبول الفيوزارى كلا من *Gliocldium virens*، و *Trichoderma hamatum*.

كذلك وجد أن الفطر *Talaromyces flavus* يوفر مكافحة حيوية ضد ذبول فيرتسيليم (Larkin & Fravel ١٩٩٨).

● أمكن الحصول على مجموعة كبيرة من عزلات الفطر *Rhizoctonia* sp. لم تكن قادرة على إصابة الخيار، ولكن المعاملة ببعضها أكسبت الخيار مقاومة جيدة لكل من المسببات المرضية التالية:

١– الفطر *Rhizoctonia solani* مسبب مرض الذبول الطرى.

٢– الفطر *Pythium aphanidermatum* مسبب مرض الذبول الطرى.

٣- البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* مسبب مرض تبقع الأوراق البكتيرى (Sneh & Ichielevich-Auster ١٩٩٨).

● أظهرت عزلتان (هما: BNR1 و BNR2) من فطر الرايزكتونيا *Rhizoctonia* الثنائى الأنوية binucleate فاعلية عالية فى مكافحة فطريات الذبول الطرى *Rhizoctonia solani*، و *Pythium ultimum* var. *sporangiiferum*، و *P. irregulare* (Harris & Adkins ١٩٩٩).

● أظهرت ثلاث عزلات من *Fusarium* spp. غير ممرضة قدرة على الحد من إصابة الطماطم والبطيخ بالذبول الفيوزارى، وكانت أعلاهم كفاءة السلالة CS-20، وذلك مقارنة بالسلالتين الأخرتين، وهما: CS-1، و Fo47 (Larkin & Fravel ١٩٩٩).

● يُستفاد من دراسات أجريت على الكنتالوب أن حقن النباتات بسلالة ضعيفة التطفل من الفطر *Monosprocus cannonballus* مسبب مرض الذبول الفجائى والتدهور يمكن أن يحميها من العزلات عالية الضراوة من الفطر ذاته. هذا .. وقد كانت السلالات الضعيفة التطفل ذات double-stranded RNA (اختصارًا: dsRNA)؛ علمًا بأن هذه النوعية من العزلات الفطرية تتوفر فى عديد من الفطريات، وقد تكون أشد ضراوة من الفطر الأصلى كما فى بعض عزلات *Phytopthora infestans*، و *Rhizoctonia solani*، أو سريعة التدهور كما فى أحد عزلات *Agaricus bisporus*. أو ضعيفة الضراوة عن الفطر الأصلى كما فى هذه العزلة وكذلك أحد عزلات الفطر *Cryphonectria parasitica* التى تستخدم فى مكافحة لفحة الكستناء التى يسببها هذا الفطر (Batten وآخرون ٢٠٠٠).

● أدى حقن الخيار بعزلات غير ممرضة من أى من الفطرين *Alternaria cucumarina* أو *Cladosporium fulvum* إلى حث تكوين مقاومة جهازية بالنبات وفرت له حماية من الإصابة بالفطر *Sphaerotheca fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى (Reuveni & Reuveni ٢٠٠٠).

● أدت معاملة البسلة بسلالة غير ممرضة من *Pseudomonas syringae* pv. *pisi*

إلى حمايتها من الإصابة بالفطر *Mycosphaerella pinodes* (Dann & Deverall ٢٠٠٠).

- أمكن عزل سلالة غير ممرضة من الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* كانت قادرة على استعمار جذور عدد من أصناف الكنتالوب والبطيخ دون أن تظهر عليها أى أعراض مرضية. وبعدوى النباتات بتلك السلالة — التى أعطيت الرمز 4/4 — فإنها أكسبت الكنتالوب مقاومة ضد السلالة 1.2 من الفطر ذاته، كما أكسبت البطيخ مقاومة ضد السلالة رقم ٢ من الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* (Freeman وآخرون ٢٠٠٢).

- تفيد كثيرًا العزلات غير المرضة من *Fusarium oxysporum* — مثل CS-20، و CS-24 — فى مكافحة الذبول الفيوزارى فى الطماطم فى مختلف الظروف البيئية. كما تعطى العزلات غير المرضة من *F. solani* — مثل CS-1 — نتائج مماثلة، ولكن بدرجة أقل (Larkin & Fravel ٢٠٠٢).

- تؤدى المعاملة بسلالات ضعيفة الضراوة hypovirulent من فطر الرايزكتونيا المزدوج النواة binucleate *Rhizoctonia* إلى حماية الطماطم من الإصابة بالفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* مسبب مرض عفن التاج والجذور الفيوزارى. مع زيادة فى محصول الثمار الكلى والصالح للتسويق. وقد صاحب الحماية نقص فى التلون بالحزم الوعائية (Muslim وآخرون ٢٠٠٣).

- أمكن عن طريق المعاملة المتكررة بالحرارة المنخفضة على ١٢,٥–١٥°م مع خمس دورات من نقل الفيرس من نباتات فردية الحصول على سلالة ضعيفة من فيرس موزايك الزوكينى الأصفر أعطيت الرمز ZYMV-2002. لم تكن لهذه السلالة أى تأثيرات سلبية على نمو محصول الخيار، فضلاً عن أنها وفرت له حماية ضد الإصابة بالفيرس (Kosaka وآخرون ٢٠٠٦).

البكتيروفاجات

من أمثلة حالات استخدام البكتيروفاجات bacteriophages فى المكافحة الحيوية للأمراض البكتيرية، ما يلى:

● تستخدم البكتيروفاجات لأجل مكافحة البكتيريا *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* مسبب مرض البقع البكتيرية فى الطماطم، إلاّ أن كفاءة الفاجات لا تستمر لفترة طويلة، فهى لا تدوم لأكثر من يومين تحت ظروف الحقل أو أربعة أيام تحت ظروف البيوت المحمية، ويحدث معظم الانخفاض فى أعداد الفاج أثناء ساعات النهار. كما يقلل الرى بالرش — بشدة — من أعداد الفاج التى تتبقى على الأسطح الورقية، مقارنة بالرى بالتنقيط (Balogh وآخرون ٢٠٠٥).

● أمكن مكافحة البكتيريا *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* مسبب مرض البقع البكتيرية فى الطماطم برش النباتات مرتان أسبوعيًا بالبكتيروفاجات bacteriophages، أو أربع مرات خلال الموسم بمنشط الدفاع النباتى acibenzolar-S-methyl، وذلك مقارنة بالرش بأيدروكسيد النحاس مع المانكوزيب المستخدمان — عادة — فى مكافحة المرض (Obradovic وآخرون ٢٠٠٤).

● أفادت معاملة الطماطم بالبكتيريوفاج المتخصص على السلالتين ١، و ٣ من البكتيريا *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* مسبب مرض البقع البكتيرية .. أفاد فى مكافحة هذه البكتيريا فى الطماطم بصورة أفضل من المكافحة بالنحاس والمانكوزيب (Flaherty وآخرون ٢٠٠٠).

● أمكن مكافحة بكتيريا العفن الطرى البكتيرى *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* باستعمال بكتيروفاجات bacteriophages متخصصة عليها (Ravensdale وآخرون ٢٠٠٧).

كائنات دقيقة متنوعة

نجحت مقاومة عديد من المسببات المرضية حيويًا باستعمال أى من عدد من الكائنات الدقيقة. أو باستعمال خليط منها، وذلك كما فى الأمثلة التالية:

● أمكن تحت ظروف الحقل خفض شدة إصابة البطاطس بالفطر *R. solani* — مسبب مرض القشرة السوداء بمعاملة التربة بالكائنات الدقيقة المضادة للفطر. كما يلى (Schmiedeknecht ١٩٩٣).

الكائن المستعمل فى المكافحة الحيوية		متوسط الانخفاض فى شدة الإصابة (%)
البكتيريا	*Bacillus subtilis*	٢١,١
البكتيريا	*Streptomyces* spp.	٤٩,٤
الفطر	*Gliocladium roseum*	٤١,٤
الفطر	*Trichoderma* spp.	٧٤,٥

● تعامل بذور الذرة السكرية لمكافحة أمراض البادرات بكل من: *Pseudomonas aureofacines* AB254 لمكافحة الفطر *Pythium ultimum*، وبـ *Pseudomonas* sp. AB842 لمكافحة *Penicillium oxalicum*، هذا مع العلم بأن المكافحة الكيميائية تتضمن معاملة البذور بالـ metalaxyl بالنسبة لفطر البثيم، وبالـ imazalil بالنسبة لفطر البنسيليم، وأن إجراء المعاملتين الكيميائية والبيولوجية معًا لم يؤثر فى كفاءة المكافحة (Mathre وآخرون ١٩٩٥).

● أدت معاملة التربة بالعزلة رقم T39 من فطر الميكوريزا *Trichoderm harzianum* إلى إكساب نباتات الفاصوليا مقاومة ضد الفطر *B. cinerea*. كذلك أحدثت معاملة النباتات بالعزلة KMPCH من البكتيريا *Pseudomonas aeruginosa* درجة مماثلة من المقاومة (Bigirimana وآخرون ١٩٩٧).

● تمت مكافحة الأنثراكنوز الذى يسببه الفطر *Colletotrichum capsici* على ثمار ونباتات الفلفل — بشكل جيد — بمعاملة النباتات عند عمر ١٠٥ أيام من زراعة البذور بالخميرة *Saccharomyces cerevisiae*، ثم عند عمر ١٢٠ يومًا بالبكتيريا *Bacillus subtilis*. كذلك كان لكل من الفطر *Trichoderma viride*، والبكتيريا *Pseudomonas fluorescens* تأثيرات مثبطة على الفطر المسبب للمرض (Jeyalakshmi وآخرون ١٩٩٨).

● أمكن باستخدام خليط من كل من سلالتى البكتيريا *Paenibacillus* sp. 300، و *Streptomyces* sp. 385 تثبيط إصابة الخيار بالذبول الفيوزارى، وكان ذلك مرتبطًا بنشاط بعض الإنزيمات الشيتينوليتية chitinolytic enzymes التى تفرزها تلك البكتيريا، مثل الـ Chitinase، و β-1,3-glucanase (Singh وآخرون ١٩٩٩).

• أثبتت كائنات المكافحة الحيوية الترايكوديرما *Trichoderma harzianum* T39، والخمائر *Aureobasidium pullulans*، و *Cryptococcus albidus* كفاءة عالية في مقاومة إصابات ساق الخيار والطماطم بالفطر *Botrytis cinerea* في مدى حراري واسع تراوح بين ١٨، و ٣٠°م، إلاّ أن كفاءتها انخفضت بشدة عندما ارتفعت الرطوبة النسبية إلى ٨٠٪–٩٠٪، مع حرارة ٢٤°م (Dik وآخرون ١٩٩٩).

• أدت المعاملة ببعض عزلات الترايكودرما *Trichoderma* (العزلات TC32، و TC45، و TC63) وإحدى عزلات الاستربتوميسس *Streptomyces* (العزلة S99) إلى مكافحة الفطر *Plasmodiophora brassicae* بصورة جوهرية في القنبيط (Cheah وآخرون ٢٠٠٠).

• وفي محاولة لمكافحة الفطر *Sclerotinia sclerotiorum* مسبب مرض العفن الأبيض في الفاصوليا عوملت النباتات بعدد من الفطريات المستخدمة في المكافحة الحيوية وهي:

Coniothyrium minitans

Talaromyces flavus

Trichothecium roseum

Trichoderma virens

Epicoccum nigrum

كانت جميع الفطريات فعالة في مكافحة مرض العفن الأبيض، وكانت أكثرها فاعلية *C. minitans*، و *E. nigrum* (Huang وآخرون ٢٠٠٠).

• أدت معاملة بذور الفاصوليا بأي من السلالة GBO3 من *Bacillus subtilis* أو السلالة T-22 من *Trichoderma harzianum* إلى زيادة النمو النباتي للفاصوليا وخفض شدة إصابتها بكل من *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*، و *Rhizoctonia solani* المسببان لأعفان الجذور، كذلك فإن المعاملة المشتركة بكل من *B. subtilis*، و *Rhizobium tropici* وفرت حماية لنباتات الفاصوليا من الإصابة بالفطرين المرضين (Estevez de Jensen وآخرون ٢٠٠٢).

● أدت معاملة تقاوى البطاطس أو التربة بأى من كائنات المقاومة الحيوية *Trichoderma viride*، أو *T. harzianum*، أو *T. koninjii*، أو *Bacillus subtilis*، أو *Pseudomonas fluorescens* إلى خفض إصابة درنات البطاطس بالفطر *Rhizoctonia solani* مسبب مرض القشرة السوداء. وقد كانت أكثر كائنات المقاومة الحيوية تأثيرًا *T. harzianum*، يليها *P. fluorescens*، ثم *T. viride* (Hazarika وآخرون ٢٠٠٢).

● أمكن مقاومة الفطر *Phytophthora capsici* — مسبب مرض عفن الجذور الفيتوفثورى فى نباتات الفلفل — جيدًا — بالمعاملة بكل من الفطر *Trichoderma harzianum* والبكتيريا *Streptomyces rochei* — معًا — باستعمال جرعة من الكائنين المضادين للفطر المرض تقدر بنحو ٣٫٥ × ١٠^٨ جرثومة/مل من *T. harzianum*، و ١٠٠ × ١٠^٩ CFU/مل من *S. rochei*. هذا مع العلم بأن هيفات *T. harzianum* تحيط إحاطة تامة بهيفات *P. capsici* إلى أن يتوقف نموه، بينما تُفرز البكتيريا *S. rochei* مركبًا يبدو أنه أحد المركبات الرئيسية المثبطة لنمو الفطر المرض، وقد أمكن تعريف هذا المركب بأنه 1-propanone, 1-(4-chlorophenyl) (Ezziyyani وآخرون ٢٠٠٧).

● أعطت كل من كائنات المكافحة الحيوية *Ampelomyces quisqualis* (المنتج التجارى AQ10)، و *Lecanicillium lecanii* (المنتج التجارى Mycotal)، وثلاث سلالات من *Bacillus subtilis* مكافحة جيدة للفطر *Podosphaera fusca* مسبب مرض البياض الدقيقى فى الكنتالوب، وخاصة فى ظروف الرطوبة النسبية العالية (٩٠٪–٩٥٪)، وكانت كفاءة جميع الكائنات مماثلة لكفاءة المعاملة بالمبيد الفطرى azoxystrobin (Romero وآخرون ٢٠٠٧).

● دُرس تأثير عزلة محلية كويتية من *Trichoderma harzianum*، وعزلتان من *Bacillus amyloliquefaciens* على مكافحة الفطر *Sclerotinia sclerotiorum*، وتبين أن كلا من فطر الترايكودرما والبكتيريا يثبطان نمو الفطر *S. sclerotiorum* ويمنعان إنتاجه للأجسام الحجرية وبدا أن تأثيرهما كان بفعل التطفل بالنسبة للميكوديرما والتضادية الحيوية بالنسبة للبكتيريا، وقد وفرا حماية تزيد عن ٨٠٪ لبادرات كل من الطماطم والكوسة والباذنجان من الإصابة بالفطر *S. sclerotiorum* (Abdullah وآخرون ٢٠٠٨).

الحيوانات التى تعيش على المسببات المرضية

يُستفاد من بعض الأنواع الحيوانية من الأميبا؛ والنيماتودا، والحشرات، والعناكب، وديدان الأرض فى التخلص من بعض المسببات المرضية كما يتضح من جدول (٦-٦).

وقد أمكن مكافحة فطر الرايزكتونيا *Rhizoctonia solani* فى الفجل بإطلاق العنكوب *Scheloribates azumaensis* الذى وجد أنه يتعيش على ميسيليوم الفطر (Enaml & Nakamura ١٩٩٦).

جدول (٦-٦) أمثلة لمسببات مرضية تهاجمها أو تلتهمها حيوانات تعيش فى التربة **soil fauna** (عن **Whipps ١٩٩٧**).

حيوانات التربة soil fauna	المسببات المرضية التى تُهاجم أو تُلتهم
أميبا	*Cochliobolus sativus*
	Fusarium oxysporum
	Fusarium solani
	Gaeumannomyces graminis
	Phytophthora cinammomi
	Thielaviopsis basicola
	Verticillium dahliae
نيماتودا	*Fusarium culmorum*
	Fusarium oxysporum
	Fusarium solani
	Pythium arrhenomanes
	Rhizoctonia solani
حشرات	*Botrytis cinerea*
	Fusarium oxysporum
	Gnomonia leptostyla
	Macrophomina phaseolina
	Pythium ultimum
	Rhizoctonia solani
	Verticillium dahliae
	Sclerotinia sclerotiorum
ديدان الأرض	*Aspergillus* spp.
	Fusarium oxysporum

الطرق المستخدمة فى معاملات المكافحة الحيوية

معاملات المكافحة الحيوية عن طريق البذور وأعضاء التخزين المستخدمة فى التكاثر

إن أكثر الكائنات الدقيقة المستعملة فى المعاملة البيولوجية للبذور هى ما يلى:

Entrobacter
Bacillus
Gliocladium
Pseudomonas
Erwinia
Trichoderma
Streptomyces

وتتأثر كفاءة معاملة البذور بالبكتيريا والفطريات المستخدمة فى المكافحة الحيوية بعديد من العوامل، منها:

١- pH التربة.

٢- تركيز الحديد بالتربة.

٣- حرارة ورطوبة التربة.

٤ – شدة تواجد المسبب المرضى فى التربة.

٥- شدة تواجد الكائن المستخدم فى المكافحة الحيوية على سطح البذور.

٦- المعاملات الأخرى التى تعطاها البذور.

هذا .. مع العلم أنه فى كل من الذرة السكرية وبنجر السكر يجب أن يعلق بسطح كل بذرة حوالى ٧,٥ بليون خلية بكيترية (*Pseudomonas aureofacies* فى حالة الذرة السكرية و *P. putida* فى حالة بنجر السكر) لكى تكون المعاملة فعالة ضد الفطر *Pythium ultimum* (Callan وآخرون ١٩٩٧).

ويعطى جدول (٦-٧): قائمة بحالات عوملت فيها البذور وأعضاء التخزين من الأبصال والدرنات بكائنات دقيقة بهدف المكافحة الحيوية للكائنات الدقيقة التى تعيش فى التربة.

جدول (٦-٧): أمثلة لحالات عوملت فيها البذور والأبصال والدرنات بكائنات دقيقة بهدف المكافحة الحيوية للمسببات المرضية التى تعيش فى التربة (**Whipps** ١٩٩٧).

الكائن المستخدم فى المكافحة الحيوية	المسبب المرضى أو المرض	العائل
بكتيريا		
Bacillus cereus UW85	*Phytophthora megasperma* f. sp. *medicaginis*	البرسيم الحجازى
B. subtilis AP183	*Rhizoctomia solani*	الفاصوليا
B. subtilis GB03	*Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* *Rhizoctonia solani*	القطن
B. subtilis 205	*Rhizoctonia solani*	لفت الزيت
Bradyrhizobium japonicum	*Fusarium* spp. *Macrophomina phaseoli* *Rhizoctonia solani* Root rot Complex present in soil	الباميا فاصوليا المنج فول الصويا دوار الشمس
Enterobacter cloacae	*Pythium* spp.	الخيار
Pseudomonas spp.	*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*	القمح
Pseudomonas spp.	*Fusarium oxysporum*	Douglas fir
	Pythium ultimum *Rhizoctonia solani*	القطن
P. aeruginosa S-7	*Fusarium oxysporum* f. sp. *adzukicola*	فاصوليا أدزوكى
P. aeruginosa 7NSK2	*Pythium* sp.	الطماطم
P. aureofaciens 30-84 (= *P. chlororaphis* 30-84)	*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*	القمح
P. aureofaciens AB254 (= *P. fluorescens* AB254)	*Pythium ultimum*	الذرة
P. cepacia AMMD	*Aphanomyces euteiches* f. sp. *pisi*	البسلة
	Pythium spp.	البسلة
P. cepacia B-17	*F. oxysporum* f. sp. *adzukicola*	فاصوليا أدزوكى

تابع جدول (٦-٧).

الكائن المستخدم فى المكافحة الحيوية	المسبب المرضى أو المرض	العائل
P. cepacia J82rif	*Sclerotinia sclerotiorum*	دوار الشمس
P. cepacia N24	*Sslerotium rolfsii*	دوار الشمس
P. cepacia UPR5C (= *Burkholderia cepacia* UPR5C)	*Macrophomina phaseolina*	الفاصوليا
P. chlororaphis 30-84	*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*	القمح
P. fluorescens (+ *Penicillium* spp.)	*Pyhtium debaryanum* *P. ultimum*	البنجر
P. fluorescens	*P. ultimum, Rhizoctonia solani*	الخيار
	R. solani	لفت الزيت
	Sclerotinia sclertiorum	دوار الشمس
P .fluorescens AB254	*P. ultimum*	الذرة
P .fluorescens Pf-5	*P. ultimum*	الخيار
P .fluorescens PRA25	*Aphanomyces euteiches* f. sp. *pisi*	البسلة
P .fluorescens Q2-87	*G. graminis* var. *tritici*	القمح
P .fluorescens Q292-80	*Pythium* spp.	الحمص
P .fluorescens S-2	*F. oxysporum* f. sp. *adzukicola*	فاصوليا أدزوكى
P .fluorescens 2-79	*G. graminisi* var. *tritici*	القمح
P .fluorescens 13-79	*G. graminis* var. *tritici*	القمح
P. putida	*Sclerotinia sclerotiorum*	دوار الشمس
P. putida NIR	*Pythium ultimum*	الخيار البسلة فول الصويا
P. putida R104	*Rhizoctonia solani*	القمح
Rhizobium spp.	*Fusarium* spp. *Macrophomina phaseolina* *Rhizoctonia solani* Root rot complex present in soil	البامية فاصوليا المنج فول الصويا دوار الشمس
Streptomyces sp.	*Macrophomina phaseolina*	فاصوليا المنج دوار الشمس

تابع جدول (٦-٧).

الكائن المستخدم فى المكافحة الحيوية	المسبب المرضى أو المرض	العائل
Streptomyces sp.	*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*	الطماطم
	Verticillium albo-atrum	
	F. oxysporum f. sp. *phaseoli*	الفاصوليا
Streptomyces flaveus Y-1	*F. oxysporum* f. sp. *adzukicola*	فاصوليا أدزوكى
Streptomyces griseoviridis	*Alternaria brassicicola*	القنبيط
	Damping-off	الفلفل
	F. oxysporum f. sp. *narcissi*	النرجس
Unidentified bacteria	*Aspergillus flavus*	الفول السودانى
فطريات		
Gliocladium roseum	*Bipolaris sorokiniana*	الشعير
	Fusarium culmorum	القمح
	Fusarium moniliforme	الذرة
G. virens	*Macrophomina phaseolina*	فاصوليا المنج دوار الشمس
	Pythium ultimum	القطن
Idriella bolleyi	*Fusarium culmorum*	القمح
Laetisaria arvalis	*Rhizoctonia solani*	البطاطس
Minimedusa polyspora	*F. oxysporum* f. sp. *narcissi*	النرجس
Paecilomyces lilacinus	*Macrophomina phaseolina*	فاصوليا المنج دوار الشمس
Penicillium spp. (+ *P. fluorescens*)	*Pythium debaryanum* *P. ultimum*	البنجر
Penicillium oxalicum	*Pythium* spp.	الحمص
Pythium oligandrum	*Aphanomyces cochlioides*	بنجر السكر
	Pythium spp.	الحمص
Rhizoctonia (*binucleate*)	*Rhizoctomia solani*	الخيار البطاطس
Trichoderma harzianum	*Macrophomina phaseolina*	فاصوليا المنج دوار الشمس
	Pythium spp.	الخيار
T. harzianum 1295-22	*Pythium ultimum*	الخيار

تابع جدول (٦-٧).

الكائن المستخدم فى المكافحة الحيوية	المسبب المرضى أو المرض	العائل
T. viride	*F. oxysporum* f. sp. *sesami* *Rhizoctonia solani*	السمسم

معاملات المكافحة الحيوية عن طريق العقل والجذور

إن من بين الطرق الناجحة المستخدمة فى المكافحة الحيوية معاملة العقل cuttings (المستخدمة فى التكاثر) والجذور بالكائنات الدقيقة، كما يتضح من الأمثلة المبينة فى جدول (٦-٨).

جدول (٦-٨): أمثلة لحالات عوملت فيها العقل **cuttings** (المستخدمة فى التكاثر) والجذور بكائنات دقيقة بهدف المكافحة الحيوية للمسببات المرضية التى تعيش فى التربة (عن **Whipps** ١٩٩٧).

الكائن المستخدم فى المكافحة الحيوية	المسبب المرضى أو المرض	العائل
البكتيريا		
Agrobacterium radiobacter K84, K1026	*Agrobacterium tumefaciens*	الخوخ
Bacillus spp.	*Rhizoctonia solani* *Sclerotium rolfsii*	القطن
Bacillus subtilis EBW4	Replant disease	التفاح
Pseudomonas sp. WCS417r	*Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*	القرنفل
Pseudomonas spp.	*Rhizoctonia solani*	البونسيتة
	Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici	الطماطم
	F. oxysporum f. sp. *vasinfectum*	القطن
	Sclerotium rolfsii	الفاصوليا
P. cepacia	*Phytophthora cinnamomi*	البرُوُطية **protea**
P. cepacia 5.5B	*Rhizoctonia solani*	البونسيتة
P. putida WCS 358r	*Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*	القرنفل
P. putida 89B-27	*F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*	الخيار

تابع جدول (٦-٨).

الكائن المستخدم فى المكافحة الحيوية	المسبب المرضى أو المرض	العائل
Serratia marcescens 90-166	*F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*	الخيار
Streptomyces griseoviridis	*F. oxysporum* f. sp. *dianthi*	القرنفل
فطريات		
Fusarium spp.	*Fusarium oxysporum* f. sp. *cyclaminis*	بخور مريم cyclamen
Fusarium spp. (non-pathogenic)	*F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*	الطماطم
F. oxysporum (non-pathogenic)	*F. oxysporum* f. sp. *dianthi*	القرنفل
F. oxysporum f. sp. *dianthi*	*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*	الطماطم
Paecilomyces lilacinus 6.2F	*Rhizoctonia solani*	البونسيتة
Verticillium chlamydosporium	*Phytophthora capsici*	الفلفل

معاملات المكافحة الحيوية عن طريق التربة أو وسط الزراعة

إن من أكثر طرق المعاملة الحيوية استخدامًا معاملة التربة ذاتها أو وسط الزراعة بالكائنات الدقيقة، كما يتضح فى جدول (٦-٩).

جدول (٦-٩): أمثلة لحالات عوملت فيها التربة أو وسط الزراعة بكائنات دقيقة بهدف المكافحة الحيوية للمسببات المرضية التى تعيش فى التربة (عن **Whipps** ١٩٩٧).

الكائن المستخدم فى المكافحة الحيوية	المسبب المرضى أو المرض	العائل
البكتيريا		
Bacillus cereus UW85	*Phytophthora medicaginis*	البرسيم الحجازى
	Phytophthora sojae	فول الصويا
B. subtilis	*Fusarium solani* f. sp. *phaseolina*, *Pythium ultimum*, *Rhizoctonia solani* } Root rot complex present in soil	الفاصوليا
B. subtilis spp.	*Phytophthora cactorum*	التفاح

تابع جدول (٦-٩).

العائل	المسبب المرضى أو المرض	الكائن المستخدم فى المكافحة الحيوية
التفاح	Apple replant disease	*B. subtilis* EBW4
فاصوليا المنج الباميا فول الصويا دوار الشمس	*Fusarium* spp. *Macrophomina phaseolina* *Rhizoctonia solani* } Root rot complex present in soil	*Bradyrhizobium japonicum*
القطن	*Rhizoctonia solani*	*Enterobacter agglomerans*
التفاح	*Phytophthora cactorum*	*Enterobacter aerogenes* B8
الخس	*Pythium ultimum*	*E. cloacae*
Creeping bentgrass, annual blue grass	*Sclerotinia homoeocarpa*	*E. cloacae*
الخيار	*Pythium aphanidermatum*	*Pseudomonas* spp.
القطن	*Pythium ultimum*	
القطن	*Rhizoctonia solani*	
الأسبرجس	*Phythophthora megasperma*	*Pseudomonas aureofaciens* PA147-2
البرُوُطية	*Phythophthora cinnamomi*	*Pseudomonas cepacia*
الخيار	*Pythium ultimum*	
القطن	*Rhizoctonia solani*	
الفاصوليا	*Sclerotium rolfsii*	
القطن	*Rhizoctonia solani*	*P. cepacia* 89 G-120
الخيار	*Pythium aphanidermatum*	*Pseudomonas corrugate*
القمح	*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*	*P. corrugate* 2140
الخيار	*Pythium aphanidermatum*	*Pseudomonas fluorescens*
الخيار	*Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*	*P. fluorescens* CHA0
القمح	*G. graminis* var. tritici	
الخيار	*Phomopsis sclerotioides*	

تابع جدول (٦-٩).

الكائن المستخدم فى المكافحة الحيوية	المسبب المرضى أو المرض	العائل
	Pythium ultimum	الكرسون
		الخيار
		الذرة
		القمح
	Rhizoctonia solani	الذرة
	Thielaviopsis basicola	التبغ
P. fluorescens CH33	*Pythium aphanidermatum*	الخيار
P. fluorescens M24	*Phytophthora cinnamomi*	الجكراندا
P. fluorescens WCS417r	*Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*	القرنفل
	F. oxysporum f. sp. *raphani*	الفجل
Pseudomonas putida WCS358	*F. oxysporum* f. sp. *dianthi*	القرنفل
Rhizobium spp.	*Fusarium* spp., *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani* } Root rot complex present in soil	فاصوليا المنج، الباميا، فول الصويا، دوار الشمس
Streptomyces griseoviridis	Damping-off	الفلفل
الفطريات		
Chaetomium globosum	*Sclerotium cepivorum*	البصل
Chaetomium flobosum Cg-13	*Pythium ultimum*	بنجر السكر
Cladorrhinum foecundissimum	*Rhizoctonia solani*	الباذنجان
		الفلفل
		بنجر السكر
Coniothyrium minitans	*Sclerotinia sclerotiorum*	الجزر
		الخس
Coniothyrium minitans (± *Talaromyces flavus*)	*Sclerotinia sclerotiorum*	دوار الشمس
Fusarium heterosporum	*Sclerotinia homoeocapra*	Creeping bentgrass

تابع جدول (٦-٩).

الكائن المستخدم فى المكافحة الحيوية	المسبب المرضى أو المرض	العائل
Fusarium oxysporum (non-pathogenic)	*F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*	الخيار
	F. oxysporum f. sp. *dianthi*	القرنفل
F. oxysporum Fo47 (non-pathogenic)	*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*	الطماطم
	F. solani	البسلة
(± *Pseudomonas* spp.)	*F. oxysporum* f. sp. *lini*	الكتان
(± *Pseudomonas* C7)	*F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*	الطماطم
(± *Pseudomonas* WCS358)	*F. oxysporum* f. sp. *dianthi*	القرنفل
F. oxysporum MT0062 (non-pathogenic)	*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*	الطماطم
	Verticillium dahliae	الباذنجان
F. oxysporum 618-12 (non-pathogenic)	*F. oxysporum* f. sp. *dianthi*	القرنفل
	F. solani	البسلة
F. oxysporum f. sp. *niveum* (non-pathogenic)	*F. oxysporum* f. sp. *niveum*	البطيخ
Gaeumannomyces graminis var. *graminis*	*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*	القمح
G. graminis var. *graminis* (± *Pseudomonas* spp.)	*G. graminis* var. *tritici*	القمح
Gliocladium roseum	*Verticillium dahliae*	
Gliocladium virens	*Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*, *Pythium ultimum*, *Rhizoctonia solani* } Root rot complex present in soil	الفاصوليا
G. virens	*Phytophthora cactorum*	التفاح
	Rhizoctonia solani	التفاح الجزر
G. virens GL-3	*Sclerotium rolfsii*	الفاصوليا

تابع جدول (٦-٩).

الكائن المستخدم فى المكافحة الحيوية	المسبب المرضى أو المرض	العائل
G. virens GL-21	*Rhizoctonia solani*	الزينية الجزر
G. virens G2	*Pythium ultimum*	الخيار
G. virens G-6	*Rhizoctonia solani*	القطن
G. virens G20 (= GL21)	*Pythium ultimum*	الخس الزينية
Glomus sp.	*Phytophthora cinnamomi*	الأناناس
Glomus fasciculatum	*Fusarium moniliforme*	الهيل (الحبهان)
G. intraradices	*Pythium ultimum*	القطيفة
G. mosseae	*Pythium ultimum*	القطيفة
Laccaria bicolor	*Fusarium oxysporum*	تنّوب دوجلاس
Laetisaria arvalis	*Rhizoctonia solani*	القطن الخس الفجل بنجر السكر
Limonomyces roseipellis	*Pyrenophora tritici-repentis*	
Paxillus involutus	*Fusarium moniliforme* *Fusarium oxysporum*	*Pinus resinosa*
Penicillium funiculosum	*Phytophthora* spp.	الآزلية البرتقال الحلو
Penicillium oxalicum	*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*	الطماطم
Phialophora sp.	*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*	القمح
Phytophthora parasitica var. *nicotianae*	*Phytophthora parasitica*	*Catharanthus roseus*
Pythium acanthicum	*Rhizoctonia solani*	الجزر
Pythium nunn	*Phytophthora* spp.	الآزالية البرتقال الحلو
Pythium nunn (± *Trichoderma harzianum* T-95)	*Pythium ultimum*	الخيار

تابع جدول (٦-٩).

الكائن المستخدم فى المكافحة الحيوية	المسبب المرضى أو المرض	العائل
Pythium oligandrum	*Pythium ultimum*	الكرسون
Rhizoctonia (*binucleate*)	*Rhizoctonia solani*	الفلفل الخيار البطاطس
Sporidesmium sclerotivorum	*Sclerotinia minor*	الخس
Sterile red fungus	*G. graminis* var. *tritici*	القمح
Talaromyces flavus	*Verticillium dahliae*	الباذنجان
Talaromyces flavus (± *Coniothyrium minitans*)	*Sclerotinia sclerotiorum*	دوار الشمس
Talaromyces flavus Tf-1	*Verticillium dahliae*	الباذنجان
Trichoderma sp. C62	*Sclerotium cepivorum*	البصل
Trichoderma spp.	*G. graminis* var. *tritici*	القمح
	Phytophthora cactorum	التفاح
	Phytophthora cryptogea	الجربارة
	Pythium ultimum	الخيار
	Rhizoctonia solani	الخس
Trichoderma hamatum	*Rhizoctonia solani*	الفجل
Trichoderma hazianum	*Fusarium graminearum*	
	Glomerella glycines	
	Macrophomina phaseolina	
Trichoderma hazianum	*Pythium ultimum*	الخس
T. harzianum MTR 35	*F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*	الطماطم
T. harzianum ThzIDI	*Sclerotinia sclerotiorum*	
T. harzianum T-95 (± *Pythium nunn*)	*Pythium ultimum*	الخيار
Trichoderma koningii	*Sclerotium rolfsii*	الطماطم
	Sclerotinia sclerotiorum	
Typhula phacorrhiza	*Typhula ishikariensis* *Typhula incarnata* } Both pathogens present	
Verticillium biguttatum	*Rhizoctonia solani*	البطاطس

صلاحية مختلف كائنات المكافحة الحيوية لمختلف طرق المعاملة

يتبين من جداول (٦-٧)، و (٦-٨)، و (٦-٩) عددًا من الأمور، كما يلى:

١- تعد البكتيريا .*Pseudomonas* spp أكثر الأنواع البكتيرية انتشارًا أيًّا كانت طريقة استعمالها.

٢- يتكرر كذلك ذكر عزلات من كل من .*Bacillus* spp، و .*Entrobacter* spp، و .*Streptomyces* spp ولكن بدرجة أقل، كما لم تنجح المعاملة بـ .*Entrobacter* spp — مباشرة — للجذور أو العقل.

٣- ذُكر عدد آخر كبير من الأنواع البكتيرية، ولكن بصورة غير متكررة.

٤- تُعدُّ معاملة البذور أفضل طريقة للمعاملة بالبكتيريا، بينما تعد معاملة التربة، وبيئة الزراعة، والجذور، والعقل أفضل طريقة للمعاملة بالفطريات.

٥- تُعد أكثر الفطريات نجاحًا: .*Gliocladium* spp، و .*Trichoderma* spp وهما اللذان تعامل بهما البذور والتربة وبيئات الزراعة.

٦- كثيرًا ما استعملت عزلات الفيوزاريم غير المرضة فى معاملة التربة وبيئات الزراعة والجذور والعقل، ولكن لا تعامل بها البذور.

٧- كذلك ينجح استعمال أنواع من جنس الميكوريزا *Glomus* حيث تُعامل به التربة أو بيئات الزراعة (Whipp ١٩٩٧).

التحضيرات المستخدمة فى المكافحه الحيوية للأمراض

إن التحضيرات التجارية المستخدمة فى المكافحة الحيوية للأمراض كثيرة ومتنوعة، ولقد أسلفنا الإشارة إلى عديد من تلك التحضيرات خلال استعراضنا للكائنات المستخدمة فى المكافحة الحيوية فى هذا الفصل. ونقدم فى جدول (٦-١٠) عرضًا لنوعيات المنتجات التجارية المتداولة، وما تحتويه من كائنات دقيقة، وفى أى المحاصيل والأمراض تستخدم.

جدول (٦-١٠): أمثلة لكائنات دقيقة استخدمت فى تحضيرات تجارية لأجل المكافحة الحيوية للمسببات المرضية التى تعيش فى التربة (عن Whipps ١٩٩٧).

الكائن المستخدم فى المكافحة الحيوية	المسبب المرضى المستهدف	المرض والعائل	المنتج التجارى والشركة المنتجة له
بكتيريا			**Bacteria**
Agrobacterium radiobacter	*Agrobacterium tumefacuens*	التثألل التاجى فى الصليبيات وأشجار الفاكهة والورد	**Diegall (Fruit Growers Chemical Co., NZ); Galltrol (AgBio Chem, Inc., CA, USA); NoGall (Root Nodule Pty Ltd, Bio-Care Technology Pty Ltd, Australia); Norbac 84-C (New BioProducts Inc., CA, USA)**
Bacillus spp.	*Rhizoctonia cerealis*; growth promotion	الأرز ومحاصيل أخرى	**(Chinese Government)**
Bacillus subtilis	*Pythium ultimum*; *Rhizoctonia solani*; *Fusarium* spp.; growth promotion	الذبول الطرى وعفن الجذور فى القطن والبقوليات	**Kodiak (A-13) and Epic (MBI600) (Gustafson, Inc., TX, USA)**
	Various fungi	الخضر	**Bactophyt (NPO Vector, Novosibirsk, Russia)**
	Seedling pathogens	المحاصيل الحقلية	**System 3 (GB03) (Helena Chemiacl Co., TN. USA)**
Pseudomonas (Burkholderia) cepacia	*Fusarium* spp., *Pythium* spp.; *Rhizoctonia solani*	القطن والذرة والخضر	**Intercept (Soil Technologies, Fairfield, IA, USA)**
	Fusarium spp.; *Pythium* spp.; *Rhizoctonia solani*	بذور الخضر	**Blue Circle and Deny (CTT Corporation, Carlsbad, CA, USA)**
Pseudomonas fluorescens	*Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*	الذبول الطرى فى الفجل	**BioCoat (S&G Seeds, BV, the Netherlands)**

تابع جدول (٦-١٠).

الكائن المستخدم فى المكافحة الحيوية	المسبب المرضى المستهدف	المرض والعائل	المنتج التجارى والشركة المنتجة له
Pseudomonas solanacearum (non-pathogenic)	*Pseudomonas solonacearum*	الخضر	PSSOL (Natural Plant Protection, Nogueres, France)
Streptomyces griseoviridis	*Fusarium* spp; Pythium spp. and others	نباتات الزينة والخضر	Mycostop (K61) and Stimagrow (Kemira Agro Oy, Helsinki, Finland)
فطريات			
Coniothyrium minitans	*Sclerotinia sclerotiorum*	دوار الشمس	Coniothyrin (Russian Government)
	Sclerotinia minor; S. sclerotiorum	الخضر والمحاصيل الحقلية	Contans (Prophyta Biologischer Pfanzenschutz GmbH, Germany)
Fusarium oxysporum (non-pathogenic)	*Fusarium oxysporum* f. sp. *batatas*	الذبول الفيوزارى فى البطاطا	-(Japanese Government)
	Fusarium oxysporum	الذبول الفيوزارى فى الطماطم والقرنفل	Fusaclean (Fo47) (Natural Plant Protection, Nogueres, France)
		الذبول الفيوزارى فى الريحان والقرنفل والطماطم	Biofox-C (S.I.A.P.A., Bologna, Italy)
Gaeumannomyces graminis var. *graminis*	*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*	مرض take-all فى القمح	-(Bio-Care Technology, Pty Ltd, Australia)
Gliocladium catenulatum	*Pythium* spp.	الخضر	Primastop (Kemira Agro Oy, Helsinki, Finland)
Gliocladium virens	*Pythium ultimum; Rhizoctonia solani*	الذبول الطرى فى نباتات المشاتل	GlioGard and SoilGard (GL-21) (Grace-Sierra Co., MD, USA)
Peniophora (Phlebia) gigantea	*Heterobasidion annosum*	عفن الساق والجذر فى الصنوبر	Pg suspension (Ecological) Laboratory Ltd, UK), Rotstop (Kemira Agro Oy, Helsinki, Finland)

تابع جدول (٦-١٠).

الكائن المستخدم فى المكافحة الحيوية	المسبب المرضى المستهدف	المرض والعائل	المنتج التجارى والشركة المنتجة له
Phialophora sp.	*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*	مرض take-all فى القمح	-(Bio-Care Technology, Pty Ltd, Australia)
Pythium oligandrum	*Pythium ultimum*	الذبول الطرى فى بنجر السكر	Polygandron (Vyzkummy ustov rastlinnej, Slovak Repulic)
Trichoderma spp.	*Botrytis*, *Pythium*, *Sclerotinia* and *Verticillium* spp.	الخضر والفاكهة	Trichodermin (Bulgarian and Soviet Governments)
Trichoderma spp.	Various fungi	الخضر والفاكهة	Promot (J. H. Biotech, Inc, Ventura CA, USA); Solsain, Hors-solsain, Plantsain (Prestabiol, Montpellier, France)
	Pythium spp.; *Rhizoctonia solani*	نباتات المشاتل	ANTI-FUNGUS (Grondontsmettingen De Ceuster, Belgium)
	Pythium spp.; *Rhizoctonia solani*; *Sclerotium rolfsii*	المحاصيل الحقلية والخضر	TY (Mycontrol, Israel)
Trichoderma harzianum	*Fusarium* spp.; *Pythium ultimum*; *Rhizoctonia solani*	الذبول الطرى وعفن الجذور فى الخضر	F-Stop (TGT, INC., NY, USA)
	Fusarium spp. *Pythium ultimum*; *Rhizoctonia solani*; *Sclerotinia homeocarpa* Various fungi	محاصيل حقلية ونباتات زينة ومسطحات خضراء	T-22G and T-22HB (TGT. Inc., NY, USA)

تابع جدول (٦-١٠).

الكائن المستخدم فى المكافحة الحيوية	المسبب المرضى المستهدف	المرض والعائل	المنتج التجارى والشركة المنتجة له
	Fusarium spp.; *Rhizoctonia solani*	المحاصيل الحقلية والخضر	Supraavit (Bonegaard and Reitzel, Denmark) T-35 (Makhteshim, Israel)
	Armillaria mellea	فطر العسل بالأشجار	Harzian 20 (Natural Plant Protection, Noguerres, France)
	Pythium spp.; *Sclerotinia* spp.	الخضر والفاكهة	Harzian 10 (Natural Plant Protection, Noguerres, France)
T. harzianum + *T. polysporum*	*Armillaria mellea*	فطر العسل بالأشجار	BINAB-T and W (Bio-Innovation AB, Toreboda Sweden)
	Heterobasidion annosum	عفن الساق والجذر فى الصنوبر	
T. harzianum + *T. viride*	*Chondrostereum purpureum*	مرض الورقة الفضية فى الفاكهة ذات النواة الحجرية	Trichodowels, Trichoject and Trichoseal (Agrimm Technologies Ltd, New Zealand)
	Various fungi	عدة عوائل	Trichopel (Agrimm Technologies Ltd, New Zealand)
Trichoderma viride	*Phytophthora* spp.	نباتات الزينة	Bip T (Poland)
Vesicular-arbuscular mycorrhizas	*Pythium* spp.; growth promotion	الخيار	Vaminoc (AGC Microbio, Cambridge, UK)

كذلك نقدم فى جدول (٦–١١) بيانًا بالمنتجات التجارية المستخدمة فى المكافحة الحيوية والتى تحتوى بكتيريا من الجنس *Bacillus*، وخاصة *B. subtilis*. وجدير بالذكر أن المنتج التجارى كودياك Kodiak الذى يحتوى على البكتيريا *B. subtilis* يستخدم فى نحو ٦٠–٧٥٪ من مساحة القطن فى الولايات المتحدة (إحصائيات ١٩٩٧)، للوقاية من الإصابة بكل من الفيوزاريم والرايزكتونيا (Zehnder وآخرون ٢٠٠١).

ومن بين المنتجات التجارية الأخرى المستخدمة فى المكافحة الحيوية ما يلى (عن Ristaino & Thomas ١٩٩٧):

الكائن الدقيق والمنتج التجارى	المحصول والمسبب المرضى المستهدف
Agrobacterium radiobacter: GallTrol-A	التثآلل التاجى الذى تسببه البكتريا *A. tumefaciens* بأشجار الفاكهة والفجل وبشتلات نباتات الزينة
Bacillus sutilis MBI600: Epic-Gus 376 Concentrate Biological Fungicide	معاملة بذور الذرة والقطن والخضر البقولية والفول السودانى وفول الصويا والقمح والشعير لأجل مكافحة كل من الفطريات *Rhizoctonia solani*، و *Fusarium* spp.، و *Alternaria* spp.، و *Aspergillus* spp.
Candida oleophila I-182: Aspire	مكافحة كلا من *Botrytis* spp.، و *Penicillium* spp. بثمار الحمضيات والتفاحيات
Gilocladium virens GL-21: Soil Gard	مكافحة الـ *Pythium*، و *Rhizoctonia* فى مخاليط الزراعات المحمية اللاأرضية. كما يفيد كذلك فى مكافحة *Selerotium rolfsii* تحت ظروف الحقل.
Myrothecium verrucaria: DiTerra	مكافحة النيماتودا بمختلف أجناسها (*Meloidogyne*، و *Heterodera*، و *Globodera*، و *Pratylenchus*، و *Tylenchulus semipenetrans*، و *Xiphinema* وغيرهما فى جميع المحاصيل الحقلية والبستانية
Pseudomonas fluorescens EG-1053 Dagger	مكافحة البثيم والرايزكتونيا فى القطن
Pseudomonas fluorescens NCIB 12089 Victus	مكافحة التلطخ البكتيرى فى عيش الغراب الذى تسببه البكتيريا *Pseudomonas tolaasii*، وذلك بمعاملة الكومبوست بمراقد الزراعة

الكائن الدقيق والمنتج التجارى	المحصول والمسبب المرضى المستهدف
Burkholderi (*Pseudomonas*) *cepaci type* Wisconsin: Deny (Blue Circle: سابقًا) SM PcpWi	مكافحة الرايزكتونيا والبثيم والفيوزاريم ونيماتودا التقرح والحلزونية spiral، واللاسعة sting، والرمحية lance في البرسيم الحجازى والفاصوليا ولفت الزيت والجزر والثوم والصليبيات والذرة والقطن والحبوب والخس والكنتالوب والبطاطس والكوسة وبنجر السكر ودوار الشمس والذرة الرفيعة وفول الصويا والطماطم.
Pseudomonas syringae: ECC-10, ESC-11 Bio-Save 10 Bio-Save 11	مكافحة *Pencillium expansum*، و *P. italicum*، و *P. digitatum*، و *Botrytis cinerea*، *Mucor pyriformis*، و *Geotrichum candidum* بالتفاح والليمون الحلو والجريب فروت والكمثرى والبرتقال أثناء التخزين.
Streptomyces griseoviridis K61: Mycostap	مكافحة الفطريات *Fusarium*، و *Alternaria*، و *Botrytis*، و *Phomopsis*، *Pythium*، و *Phytophthora* في المحاصيل الحقلية والخضر ونباتات الزينة تحت ظروف الحقل والزراعات المحمية.
Trichoderma harzianum T-22 (KRL-AG2): Rootshield Biotrek (F-Stop: سابقًا)	لمكافحة الفطريات *Pythium*، و *Rhizoctonia solani*، و *Fusarium*، و *Sclerotinia homoeocarpa* في الفاصوليا والكرنب والذرة والقطن والخيار ونباتات الزينة في الزراعات المحمية، والفول السودانى والبطاطس والذرة الرفيعة وفول الصويا وبنجر السكر والطماطم والمسطحات الخضراء.

ويتوفر الفطر *Trichoderma harzianum* في المنتج التجارى Tricodex على صورة مسحوق قابل للبلل، ويستخدم في مكافحة الفطر *Botrytis cinerea* في الفراولة.

المفهوم الخاطئ لبعض جوانب المكافحة الحيوية

يرفض Harman (٢٠٠٠) رفضًا قاطعًا ما يشاع على نطاق واسع بشأن الكائنات الحية المستخدمة في المكافحة الحيوية، والتي من بين ما يُقال عنها ما يلي:

جدول (٦-١١): أمثلة لبعض المنتجات التجارية المستخدمة فى المكافحة الحيوية وتحتوى على البكتيريا *Bacillus* spp. (عن Schisler وآخرين ٢٠٠٤).

المنتج التجارى	الشركة المنتجة	محتواه من *Bacillus*	الصورة التى يتوفر عليها	المستهدف بالمكافحة
Serenade	AgraQuest, Davis, CA	*B. subtilis* QST 713	مسحوق قابل للبلل ومعلق مائى	فطريات وبكتيريا على عديد من الخضر والفاكهة
EcoGuard	Novozymes, Salem, VA	*B. licheniformis* SB3086	معلق مركز	*Sclerotinia homoeocarpa* على المسطحات الخضراء
Kodiak	Gustafson, Plano, TX	*B. subtilis* GB03	مسحوق قابل للبلل مركز، ومعلق مركز	فطريات على القطن والبقول ذات البذور الكبيرة وفول الصويا
Yield Shield	Gustafson	*B. pumillus* GB34	مسحوق قابل للبلل مركز	فطريات على فول الصويا
Bio Yield	Gustafson	*B. amyloliquefaciens* GB99 + *B. subtilis* GB122	قشور جافة	فطريات على النباتات المكثرة خضريًا بالعقل فى المشاتل
Subtilex	Beker Underwood, Ames, IA	*B. subtilis* MB1600	مسحوق قابل للبلل مركز	فطريات على القطن والبقول ذات البذور الكبيرة وفول الصويا
Hi Stick L + Subtilex	Beker Underwood	*B. subtilis* MB1600 + rhizobium	معلق مركز	فطريات على فول الصويا والفول السودانى

١- تُعد الكائنات المستخدمة فى المكافحة الحيوية أقل كفاءة من استخدام المبيدات. ولا يمكن الاعتماد عليها بنفس درجة الاعتماد على المبيدات.

٢- لا تؤثر الكائنات المفردة المستخدمة فى المكافحة الحيوية – والتى تعامل بها الجذور أو التربة – فى الكائنات الدقيقة، أو تسهم فى مكافحة مسببات الأمراض التى تصيب الجذور لفترة طويلة من الوقت. ومن هذا المنطلق فإن المكافحة الحيوية غالبًا ما تكون مؤثرة فى أمراض البذور والبادرات، وليس ضد أمراض النباتات البالغة.

٣- لا يمكن أن تكون الكائنات المفردة المستخدمة فى المكافحة الحيوية فعالة فى مختلف البيئات، أو مع مختلف الأنواع النباتية، أو ضد مدى واسع من مسببات الأمراض النباتية. ومن هذا المنطلق فإن الأمر يتطلب استعمال خليطًا من تلك الكائنات للحصول على مكافحة ناجحة لفترة طويلة؛ نظرًا لأن الكائنات المختلفة تستعمر محاصيل مختلفة، وتتأقلم على بيئات مختلفة، وتؤثر بطرق مختلفة.

٤- تعمل الكائنات المستخدمة فى المكافحة الحيوية من خلال آليات بسيطة يتحكم فيها جين واحد أو عدد قليل من الجينات ومنتجات تلك الجينات.

٥- من السهل تسجيل الكائنات المستخدمة فى المكافحة البيولوجية، حيث يتم ذلك بسرعة، ويسر، وتكلفة قليلة.

وقد قدم Hartman (٢٠٠٠) من القرائن والأدلة ما يُفَنِّد كل تلك الأمور ورَفْض قبولها أو التسليم بها.

آليات فعل الكائنات المستخدمة فى المكافحة الحيوية

الميكوديرما

إن سلالات *Trichoderma harzianum* – وحدها – يمكن أن تؤدى فعلها فى المكافحة الحيوية بأى من الآليات التالية:

١- التطفل على الفطريات Mycoparasitism:

تتضمن عملية التطفل نمو الميكودرما نحو الفطر المستهدف، ثم الالتفاف حوله، ثم

مهاجمته وتحليل جدر الفطر المستهدف إنزيميًّا، مع اختراق فيزيائى لخلاياه. ولقد اقتُرِحَ إسهام عدة جينات ومنتجات جينية فى تلك العملية.

٢- التضادية الحيوية Antibiosis:

تفرز فطريات الميكوريزا ما لا يقل عن ٤٣ مركبًا ذات نشاط مضاد حيويًّا ليس منها الإنزيمات، وهى تتضمن:

- isonitriles
- peptaibols
- sesquiterpenes
- alyl pyrones
- polyketides
- diketopiperazines
- steroids

هذا .. إلاّ أن مختلف سلالات الميكوريزا تختلف فى إنتاجها لمختلف مضادات الحيوية، فمثلاً .. يعد الـ gliotoxin ضروريًّا لنشاط وفعل *T. virens* (الذى يُحضر منه المنتج التجارى SoilGard، ولكنه لا ينتج بواسطة *T. harzianum* (Harman وآخرون ٢٠٠٠).

إن آليات التضادية ومستوى المكافحة الحيوية الذى توفره الميكوريزا *Trichodersma* spp. يعتمد على نوع الترايكودرما والعزلة المستخدمة، والمسبب المرضى المطلوب مكافحته والنوع المحصولى، وبما إذا كان المرض فى الحقل أو فى الزراعات المحمية أو المخازن.

وتعتبر الإنزيمات المحللة التى يفرزها فطر الترايكودرما خارجيًّا من العوامل الهامة المحددة لقدرة التضادية فى تلك الفطريات. ومن أمثلة ذلك الإنزيمان Endo-1.3-β-glucanase، و cellulose اللذان يلعبان دورًا بارزًا فى تضادية الفطر *Pythium* (عن Thrane وآخرين ٢٠٠٠).

إن فطر الميكوريزا *Trichoderma harzianum* يلعب دوره فى المكافحة الحيوية عن طريق ما يفرزه من مضادات حيوية وإنزيمات محللة للجدر الخلوية، مثل الـ chitinases، والـ β -1,3-glucanases، والـ proteases، والـ mannanases وغيرهم. ولقد أمكن تحويل سلالة الفطر CECT 2413 وراثيًّا بالجين Cit33 فأصبحت قادرة على

زيادة التعبير عن الـ 33-kDa chitinase بمقدار ٢٠٠ مرة عن السلالة العادية عند نموهما على الجلوكوز، وكانت السلالة المحولة وراثيًا أكثر كفاءة فى تثبيط الفطر *Rhizoctonia solani* عن السلالة العادية (Limón وآخرون ١٩٩٩).

كما أمكن تحسين المقاومة فى النباتات بتحويلها وراثيًا بجينات من فطر الميكوريزا *Trichoderma harzianum*؛ حيث نقل منه جين يشفر لتمثيل مضاد قوى للـ endochitinase الفطرى إلى كل من التبغ والبطاطس، وكانت مستويات التعبير للجين المنقول عالية فى مختلف الأنسجة النباتية، ولم يكن للتحويل الوراثى أى تأثيرات منظورة على نمو وتطور النباتات المحولة وراثيًا. ولذا أمكن انتخاب سلالات محولة وراثيًا كانت مقاومة كلية لكل من *Alternaria alternata*، و *A. solani*، و *Botrytis cinerea*، و *Rhizoctonia solani* (Lorito وآخرون ١٩٩٨).

٣- التنافس Competition مع الكائنات المرضة:

على الرغم من شيوع الاعتقاد بأهمية التنافس كآلية من آليات فعل كائنات المكافحة الحيوية، إلاّ أنه يصعب إثبات ذلك.

٤- زيادة قدرة النباتات على تحمل عوامل الشدّ البيئى والبيولوجى من خلال تحفيز النمو الجذرى.

٥- تيسير وخلب العناصر المغذية غير العضوية وتوفيرها للنباتات.

نجد - على سبيل المثال - أن بكتيريا الزيدوموناس *Pseudomonas* spp. تُنتج مركبات (تعرف باسم siderophores) ذات قدرة عالية على خلب الحديد إليها؛ مما يجعله غير ميسر لمسببات الأمراض النباتية؛ فيقل نشاطها، ولكن الجذور النباتية يمكنها امتصاص الحديد على تلك الصورة مباشرة أو بعد اختزاله من الصورة Fe^{3+} إلى Fe^{2+}.

٦- حث المقاومة الجهازية:

لكثير من الكائنات المستخدمة فى المكافحة الحيوية قدرة عالية على حث آلية المقاومة الجهازية فى النبات. فمثلاً تؤدى المعاملة بالسلالة T39 من *T. harzianum* (وهى التى يتكون منها المنتج التجارى Trichodex) إلى إكساب النباتات مقاومة ضد *B. cinerea* فى أوراق بعيدة عن موقع المعاملة بالترايكودرما.

٧- تثبيط فعل إنزيمات المسببات المرضية:

نجد - على سبيل المثال - أن *B. cinerea* يعتمد فى تطفله على ما يفرزه من إنزيمات pectolytic، و cutinolytic، و cellulotyic، إلا أن كونيديات بعض سلالات *T. harzianum* - مثل T39 - تنتج لدى معاملة الأوراق بها إنزيم serine protease يكون قادرًا على تحليل إنزيمات *B. cinerea* التى تحلل الجدر الخلوية للنبات العائل؛ ومن ثم تقلل من قدرته على إصابة النبات (Harman وآخرون ٢٠٠٠).

وإجمالاً .. يمكن القول بأن الميكوريزا تفيد فى حماية النباتات من بعض الإصابات المرضية من خلال عدة آليات، كما يلى:

١- تحسين التغذية المعدنية للنباتات.

٢- تعويض الأضرار التى تحدث للجذور.

٣- منافسة المسببات المرضية على استعمار الجذور ومواقع الإصابة فيها.

٤- إحداث تغيرات تشريحية ومورفولوجية فى المجموع الجذرى.

٥- إحداث تغيرات فى العشائر الميكروبية بالمحيط الجذرى.

٦- تنشيط آليات الدفاع النباتية (عن Harrier & Watson ٢٠٠٣).

المضادات الحيوية

تنتج البكتيريا *Streptomyces griseus* كلا من المضادين الحيويين: السيكلوهكيساميد cycloheximide والاستربتومايسين streptomycin، ويستخدم الأول فى تحضيرات تجارية لأجل المكافحة الحيوية للفطريات (Sharvelle ١٩٧٩).

ومن أمثلة المضادات الحيوية ومضادات الأيض الفطرية (بخلاف خالبات العناصر والإنزيمات التى تفرزها أنواع بكتيرية متنوعة قد تلعب دورًا فى المكافحة الحيوية تلك المبينة فى جدول (٦-١٢).

ومن الأمثلة الأخرى فى هذا الشأن، ما يلى:

أظهرت الدراسات أن السلالة RB14 من *Bacillus subtilis* تنتج مضادين حيويين.

هما: inturin A، و surfactin، وأنهما يلعبان دورًا أساسيًا فى تثبيط الإصابة بالذبول الطرى الذى يسببه الفطر *Rhizoctonia solani* (Asaka & Shoda ١٩٩٦).

جدول (٦-١٢): أمثلة لمضادات حيوية أو مضادات فطرية أيضية (بخلاف خالبات العناصر والإنزيمات) تفرزها بكتيريا ربما يكون لها دور فى مكافحة الأمراض بالتربة (عن **Whipps** ١٩٩٧).

المضاد الحيوى	البكتيريا المفرزة له	المسبب المرضى والعائل
Agrocin 84	*Agrobacterium radiobacter* K 84	*A. tumefacines* on several woody species
Agrocin 434	*A. radiobacter* K434	*A. tumefaciens* (biovar 2)
ALS 84	*A. radiobacter K84* and K1026	*A. tumefaciens*
Ammonia	*Bacillus cereus* UW85	*Phytophthora cactorum*
	Enterobacter cloacae	*Pytium ultimum* on several plant species
2,4-diacetyl phoroglucinol	*Pseudomonas* sp. F113	*Pythium ultimum* on sugar beet
	Pseudomonas aureofaciens Q2-87	*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* on wheat
	Pseudomonas fluorescens GHA0	*G. graminis* var. *trtici* on wheat
		Thielaviopsis basicola on tobacco
HCN	*Pseudomonas fluorescens* CHA0	*Thielaviopsis basicola* on tobacco
Monochloroaminopyrrolnitrin	*Pseudomonas cepacia J82*	*Sclerotinia sclerotiorum* on sunflower
Oomycin A	*Pseudomonas fluorescens* HV37a	*Pythium ultimum on cotton*
Phenazine-1-carboxylic acid	*Pseudomonas fluorescens* 2-79	*G. garminis* var. *trtici* on wheat
	Pseudomonas fluorescens 30-84	*G. graminis* var. *tritici* on wheat
Pyoluteorin	*Pseudomonas flourescens*	*Pythium ultimum on cotton*
	Pseudomonas fluorescens CHA0	*Pythium ultimum* on cress

تابع جدول (٦-١٢).

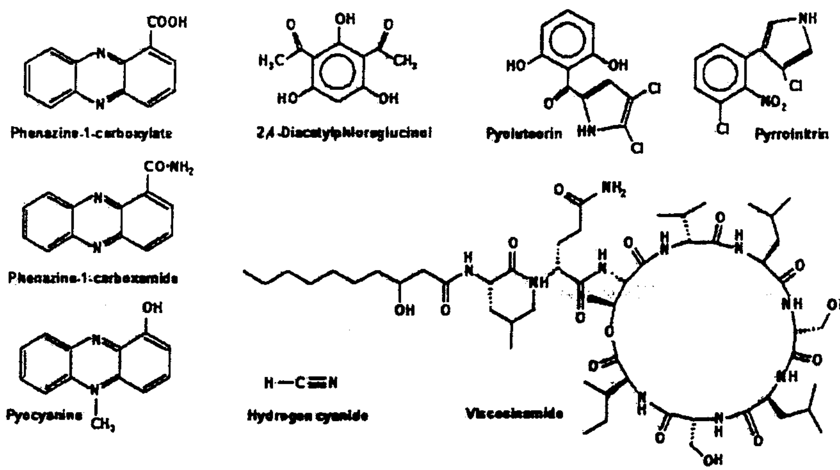
المضاد الحيوى	البكتيريا المفرزة له	المسبب المرضى والعائل
	Pseudomonas fluorescens Pf-5	*Pythium ultimum* on cress
Pyrrolnitrin	*Pseudomonas cepacia* B37W	*Fusarium sambucinum* dry rot of potato
	Pseudomonas cepacia J82	*Sclerotinia sclerotiorum on sunflower*
	Pseudomonas cepacia RB425	*Rhizoctonia solani* on radish
	Pseudomonas fluorescens	*Rhizoctonia solani* on cotton
Zwitermycin A	*Bacillus cereus* UW85	*Phythophthora medicaginis* seedling disease of alfalfa
Unknown antibiotic B	*Bacillus cereus* UW85	*P. medicaginis* seedling disease of alfalfa
Unknown antibiotic	*Pseudomonas aureofaciens* PA147-2	*Phytophthora megasperma* root rot of asparagus

● تعد بعض سلالات الـ pseudomonads الفلورية من المكونات البيولوجية الهامة فى الأراضى الزراعية المثبطة للأمراض التى تسببها الفطريات المرضة للمحاصيل الزراعية. وتعتمد خاصية المكافحة الحيوية لتلك السلالات على قدرتها على استعمار جذور النباتات بقوة، وحثها تكوين مقاومة جهازية بالنباتات، وإنتاجها لمركبات متطايرة مضادة للفطريات.

ومن بين المضادات الحيوية المعروفة التى لها خصائص المكافحة الحيوية كلا من (شكل ٦-١):

2,4-diacetylphloroglucinol	phenazines
pyrrolnitrin	pyoluteorin
hydrogen cyanide	lipopeptides

(عن Haas & Keel ٢٠٠٣).



شكل (٦-١): المضادات الحيوية التى تنتجها الـ **pseudomonads** الفلوية والتى ثبت تجريبيًا مساهمتها فى المكافحة الحيوية للمسببات المرضية التى تعيش فى التربة.

● تلعب البكتيريا *Pseudomonas fluorescens* التى تنتج المضاد الحيوى 2,4-diacetylpholoroglucinol (اختصارًا: 2,4-DAPG) دورًا هامًّا فى المكافحة الحيوية لبعض الكائنات الممرضة التى تعيش فى التربة، ويلعب النوع النباتى المزروع دورًا أساسيًّا فى ضمان استعمار تلك البكتيريا للمحيط الجذرى من عدمه (De la Fuente وآخرون ٢٠٠٦).

إنزيمات الجلوكانيز

تبين أهمية المعاملة بخليط من أكتينوميسيتات المحيط الجذرى المنافسة للفطريات فى مكافحة الفطر *Pythium aphanidermatum* مسبب مرض الذبول الطرى، وكانت أكثر الفطريات فاعلية ما يلى:

Actinoplanes philippinensis

Microbispora rosea

Micromonospora chalcea

Streptomyces griseoloalbus

وقد أنتجت تلك الفطريات الإنزيمات β-1, 3-, β-1,4-, & β,1-6-glucanases وهى التى تحلل الفطر *P. aphanidermatum* (El-Tarabily ٢٠٠٦).

المواد الناشرة المنتجة بيولوجياً

بالصدفة .. وجد أن أحد الأنواع البكتيرية — وهو *Pseudomonas aeruginosa* — ينتج مادة أو مواد ناشرة بيولوجية تُسهم فى مكافحة المسببات المرضية المنتجة للجراثيم السابحة، وقد عُرفت تلك المركبات بأنها رامنوليبيدات rhamnolipids، وتبين أنها تُنتج بواسطة بكتيريا الـ *Pseudomonas* spp. التى تعيش فى كل من المحيط الجذرى وعلى سطح الأوراق، ومن أمثلتها *P. aeruginosa*، و *P. corrugate* (عن Stanghellini & Miller ١٩٩٧).

كذلك وجد أن البكتيريا *Bacillus brevis* ومستخلص نبات *Reynoutria sachalinensis* يفيدان فى مكافحة الفطرين *Botrytis cinerea*، و *Sphaerotheca fuliginea* على التوالى. وللبكتيريا *B. brevis* آليتين لتأثيرها وذلك من خلال إنتاجها للـ gramicidin S وهو مضاد فطرى، ولمادة بيولوجية ناشرة biosurfactant تعمل ضد إنبات الجراثيم الكونيدية للفطر *Botrytis cinerea* بصورة مباشرة وإلى حد ما ضد النمو الميسيليومى لكلا الفطرين. أما مستخلص نبات الـ *R. sachalinensis* فإنه يعمل بصورة غير مباشرة من خلال حث تطوير مقاومة دفاعية فى النبات (Seddon & Schmitt ١٩٩٩).

التعقيم الحيوى

يوجد اتجاه نحو الاستفادة من تعقيم التربة حيويًا باستعمال بعض الكائنات الدقيقة كمبخرات. ومن أمثلة ذلك محاولة استعمال الفطر *Muscodor albus* لأجل التخلص من الفطر *Phytophthora capsici* مسبب مرض عفن الجذر والساق. أعطت المحاولة نتائج جيدة مع بعض أصناف الفلفل، وإن لم تكن فعالة مع أصناف أخرى شديدة القابلية للإصابة بالفطر، أو مع الكوسة الـ butternut (Camp وآخرون ٢٠٠٨).

التحسين الوراثى لاستجابة النباتات لأساليب المكافحة الحيوية

لقد وجدت تباينات فى كفاءة المكافحة الحيوية بين الأصناف؛ مما يدل على وجود

اختلافات وراثية فى هذا الشأن؛ الأمر الذى يمكن تحسينه من خلال برامج التربية (Smith وآخرون ١٩٩٧).

تعريف بالمقاومة المستحثة بيولوجيًا

نبذة تاريخية

أجريت معظم الدراسات الأساسية على المقاومة المستحثة فى النباتات فى أوائل ستينيات القرن الماضى بواسطة A. F. Ross فى جامعة كورنل. ففى ذلك الوقت كان قد عرف أن نباتات التبغ ذات التركيب الوراثى NN تستجيب للحقن بفيرس موزايك التبغ بتفاعل فرط الحساسية، وبدلاً من أن ينتشر الفيرس جهازيًا فى النبات فإنه يبقى محدودًا فى جوار الخلايا المحقونة، وهى التى تمر بأحداث متحكم فيها وراثيًا تؤدى إلى موتها. وقد وجد Ross أن تلك النباتات تستجيب لحقن ثان بالفيرس ذاته بتكوين بقع أصغر مساحة وأقل عددًا بما يعنى أن الحقن الأول يكسب النباتات قدرة على إبطاء تكاثر الفيرس أو الحد منه وكذلك الحد من انتشاره فى النبات قبل اكتمال موت الخلايا. ولقد وضع Ross لظاهرة المقاومة القريبة من موقع الحقن الأولى اسم "المقاومة المحلية المكتسبة" local acquired resistance، وللمقاومة البعيدة عنه اسم "المقاومة الجهازية المكتسبة" systemic acquired resistance (Murphy وآخرون ٢٠٠١).

نوعيات المقاومة المستحثة بيولوجياً

إن المقاومة الجهازية المستحثة فى النباتات يمكن أن تحدث بفعل عوامل حيوية أو غير حيوية، ومن أهم المستحثات الحيوية المسببات المرضية المحدثة للتحلل necrotizing pathogens؛ والكائنات الدقيقة غير المرضة non-pathogens، وبكتيريا المحيط الجذرى التى تستعمر الجذور.

فعند الإصابة بالفطريات التى تؤدى إلى موت وتحلل الخلايا فى موضع الإصابة (الإصابة بالـ necrotizing pathogens) تطور كثيرًا من النباتات مقاومة ضد مجال واسع من المسببات المرضية فى أجزاء أخرى منها لم تتعرض أصلاً للإصابة. يعتمد هذا النوع

من المقاومة على تراكم حامض السلسيلك، ويعرف باسم المقاومة الجهازية المكتسبة systemic acquired resistance.

ويعرف نوع آخر من المقاومة الجهازية المستحثة فى النباتات يحدث عند عدواها بسلالات معينة من بكتيريا المحيط الجذرى غير المرضة والمحفزة للنمو النباتى nonpathogenic rhizobacteria، يعرف باسم المقاومة الجهازية المستحثة induced systemic resistance. وهذا النوع الأخير من المقاومة الجهازية لا يتطلب لحدوثه حامض السلسيلك، ولكنه يعتمد على استجابات لكل من الهرمونين النباتيين: حامض الجاسمونك والإثيلين.

وإلى جانب المقاومة الجهازية المستحثة فإن أنواع أخرى من التفاعلات بين النباتات والكائنات الدقيقة المفيدة يمكن أن تقود — كذلك — إلى تطوير مقاومة جهازية واسعة المدى ضد المسببات المرضية. وعلى سبيل المثال .. يؤدى استعمار الفطر *Piniformospora indica* لجذور الأرز إلى حث النباتات على تطوير مقاومة جهازية ضد مسببات الأمراض الفطرية، وزيادة تحمل النباتات للملوحة. ويحدث الأمر ذاته فى النباتات التى تُستَعْمَرَ جذورها بالميكوريزا (Beckers & Conrath ٢٠٠٧).

وتختلف المقاومة المستحثة المحلية localized induced resistance عن تلك المستحثة الجهازية systemic induced resistance فى أن الأولى تبقى فيها المقاومة المستحثة محدودة فى موقع الإصابة كما فى حالة فرط الحساسية ضد فيرس موزايك التبغ فى التبغ. حيث يُعبِّر عن المقاومة المحلية المكتسبة فى حلقة من الخلايا تحيط بالبقعة التى يحدث فيها تفاعل فرط الحساسية. ويعد حامض السلسيلك ضروريًّا لحث المقاومة المحلية، كما هو ضرورى لحث المقاومة الجهازية (Hammerschmidt وآخرون ٢٠٠١).

وتستحث بعض سلالات بكتيريا المحيط الجذرى تطوير مقاومة جهازية فى النباتات تعرف باسم rhizobacteria-mediated induced systemic resistance (اختصارًا: ISR) مماثلة لتلك التى تستحثها المسببات المرضية والتى تعرف باسم pathogen-induced systemic acquired resistance (اختصارًا: SAR).

تُنَشِّط بعض بكتيريا المحيط الجذرى مسار الـ SAR المعتمِد على حامض السلسيلك بإنتاجها لحامض السلسيلك عند سطح الجذور، وفى حالات أخرى تُنَشط البكتيريا مسارًا آخر لا يحتاج إلى حامض السلسيلك. فمثلاً تستحث السلالة WCS417r من بكتيريا المحيط الجذرى *Pseudomonas fluorescens* الـ ISR من خلال مسارى حامض الجاسمونك والإثيلين.

وقد وجد أن كلا من الـ ISR والـ SAR يعملان مستقلين عن بعضهما البعض؛ الأمر الذى يمكن الاستفادة منه فى زيادة مستوى المقاومة النباتية ومداها (Pieterse وآخرون ٢٠٠١).

إن المقاومة الجهازية المستحثة لا تُخلق من العدم؛ فالنباتات تكون لديها القدرة على تطوير تلك المقاومة، ولكنها لا تظهر إلاّ عندما تُستحث على ذلك بمركب كيميائى. أو بكائن دقيق غير ممرض، أو بسلالة غير ممرضة من مسبب مرضى. أو بسلالة ممرضة من مسبب مرضى ولكن فى وجود تفاعل غير متوافق مع العائل. أو حتى بسلالة ممرضة من مسبب مرضى وفى وجود تفاعل متوافق مع العائل ولكن عند توفر ظروف بيئية غير مناسبة لتطور المرض.

فكل الظروف التى تحد من سرعة تطور الإصابة تجعل بالإمكان للمقاومة الجهازية المستحثة أن تستكمل وتوقف الإصابة تمامًا، ويعد تكوين البقع الموضعية الصغيرة المتحللة — كما يحدث فى حالات فرط الحساسية — عاملاً مساعدًا قويًّا لحث تطوير المقاومة الجهازية.

لكن لا يشترط أن تكون المقاومة المستحثة جهازية، فهى قد تكون كذلك موضعية. والفرق بينهما أن الأخيرة تنقصها إشارة نقل المقاومة فى صورة جهازية (Van Loon وآخرون ١٩٩٨).

الكائنات المحدثة للمقاومة الجهازية المستحثة بيولوجيًّا

إن مستحثات المقاومة الجهازية فى النباتات تتباين كثيرًا من الفيروسات إلى آكلات الأعشاب، مرورًا بعديد من الأنواع الفطرية البكتيرية، وخاصة بكتيريا المحيط الجذرى. ولقد

أسلفنا فى هذا الفصل الإشارة إلى عشرات الأنواع من الكائنات الدقيقة الفطرية والبكتيرية المستخدمة فى المكافحة الحيوية، وجلها يستحث تطوير مقاومة جهازية فى النباتات.

ويعطى جدول (٧-١٣) قائمة بأمثلة لكائنات دقيقة أحدثت المعاملة بها حماية أو مقاومة جهازية مستحثة ضد مسببات مرضية معينة تعيش فى التربة.

بكتيريا المحيط الجذرى

تشكل بكتيريا المحيط الجذرى أحد أهم فئات الكائنات الدقيقة الحاثة لتطوير تكوين المقاومة الجهازية فى النباتات، ويعطى جدول (٦-١٤) عديدًا من الأمثلة على ذلك.

ومن الأمثلة الأخرى على حث بكتيريا المحيط الجذرى للمقاومة الجهازية نورد ما يلى:

- يستحث بروتين البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* (المعروف باسم 61HrpZ$_{pss}$ protein) تفاعل فرط حساسية فى الخيار؛ يترتب عليه تطوير مقاومة جهازية مكتسبة ضد مسببات مرضية مختلفة، مثل: الفطر *Colletotrichum orbaculare* مسبب مرض الأنثراكنوز، وفيرس تحلل التبغ tobacco necrosis virus، والبكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* مسبب مرض تبقع الأوراق الزاوى (Strobel وآخرون ١٩٩٦).

- أحدثت معاملة الفاصوليا بأى من *Trichoderma hzrzianum* T39 (المنتج التجارى Trichodex) أو *Pseudomonas aeruginosa* (السلالة KMPCH) مقاومة جهازية وفرت حماية للنباتات ضد الإصابة بالأنثراكنوز (Bigirimana وآخرون ١٩٩٧).

- أدت معاملة بذور الخيار ببكتيريا المحيط الجذرى المنشطة للنمو النباتى إلى حث تطوير مقاومة جهازية بالنباتات وفرت لها حماية من بعض الإصابات المرضية. وقد استخدم فى هذه الدراسة السلالة INR7 من *Bacillus pumilus*، والسلالة ME1 من *Curtobacterium flaccumfaciens*، والسلالة GB03 من *Bacillus subtilis*، وكان من بين الأمراض التى اختبر تأثير المعاملات عليها تبقع الأوراق الزاوى الذى تسببه البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*، والأنثراكنوز الذى يسببه الفطر *Colletotrichum orbiculare* (Raupach & Kloepper ٢٠٠٠).

جدول (٦-١٣): أمثلة لكائنات دقيقة أحدثت المعاملة بها حماية أو مقاومة جهازية مستحثة ضد مسببات مرضية معينة تعيش فى التربة (عن Whipps ١٩٩٧)

النبات	الميكروب المعامل به	المسبب المرضى المقاوم	الحالات التى تأكدت فيها المقاومة الجهازية المستحثة
القرنفل	Non-or-less-pathogenic *Fusarium oxysporum*	*Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*	-
	Pseudomonas sp. WCS417r	*F. oxysporum* f. sp. *dianthi*	✓
الحمص	Non-pathogenic *Fusarium oxysporum*	*F. oxysporum* f. sp. *ciceris*	✓
الخيار	*Colletotrichum orbiculare*	*F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*	✓
	Non-pathogenic *fusarium oxysporum*	*F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*	✓
	F. oxysporum f. sp. *niveum*	*F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*	✓
	Pseudomonas spp.	*Pythium aphanidermatum*	✓
	Pseudomonas putida 89B-27	*F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*	✓
	Serratia marcescens 90-166	*F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*	✓
	Tabacco necrosis virus	*F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*	✓
الباذنجان	Non-pathogenic *fusarium oxysporum* MT0062	*Verticillium dahliae*	-
النعناع	*Verticillium nigrescens*	*V. dahliae*	-
البسلة	Non-pathogenic *Fusarium oxysporum*	*Fusarium solani*	-
الفجل	*Pseudomonas* sp. WCS374	*F. oxysporum* f. sp. *raphani*	✓
	Pseudomonas sp. WCS417r	*F. oxysporum* f. sp. *raphani*	✓
البطاطا	Non-pathogenic *F. oxysporum*	*F. oxysporum* f. sp. *batatas*	✓
الطماطم	Avirulent *Fussarium* spp.	*F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*	-
	Avirulent *Verticillium albo-atrum*	*Verticillium dahliae*	-
	F. oxysporum f. sp. *dianthi*	*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*	✓
	Non-pathogenic *F. oxysporum* MT0062	*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*	-
البطيخ	Avirulent *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*	*F. oxysporum* f. sp. *niveum*	-
	Avirulent *f. oxysporum* f. sp. *niveum*	*F. oxysporum* f. sp. *niveum*	-
	Helminthosporium carbonum	*F. oxysporum*	-

جدول (٦-١٤): بعض أنواع سلالات بكتيريا المحيط الجذرى والأمراض والمسببات المرضية التى أحدثت مقاومة جهازية ضدها فى أنواع نباتية معينة (عن Van Loon وآخرين ١٩٩٨)

النوع المحصولى	السلالة والنوع البكتيرى	المسبب المرضى أو الآفة المقاومة	المرض المقاوم
Arabidopsis	*Pseudomonas fluorescens* WCS417	*Fusarium oxysporum* f.sp. *raphani*	Vascular wilt
		Pseudomonas syringae pv. *tomato*	Bacterial speck
		Peronospora parasitica	Downy mildew
	Pseudomonas putida WCS358	*Fusarium oxysporum* f.sp. *raphani*	Vascular wilt
		Pseudomonas syringae pv. *tomato*	Bacterial speck
الفاصوليا	*Pseudomonas aeruginosa* 7NSK2	*Botrytis cinerea*	Gray mold
		Colletotrichum lindemuthianum	Anthracnose
القرنفل	*Pseudomonas fluorescens* S97	*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*	Halo blight
الخيار	*Pseudomonas fluorescens* WCS417	*Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi*	Vascular wilt
	Pseudomonas aureofaciens 25-33	*Colletotricum orbiculare*	Anthracnose
	Pseudomonas aureofaciens 28-9	*Colletotricum orbiculare*	Anthracnose
	Pseudomonas aureofaciens 36-5	*Colletotricum orbiculare*	Anthracnose
	Pseudomonas corrugata 13	*Pythium aphanidermatum*	Crown rot
	Pseudomonas fluorescens C15	*Pythium aphanidermatum*	Crown rot
	Pseudomonas fluorescens G8-4	*Colletotricum orbiculare*	Anthracnose
	Pseudomonas putida 34-13	*Colletotricum orbiculare*	Anthracnose
	Pseudomonas putida 89B-27	*Acalymna vittatum*	Herbivory
	Pseudomonas putida 89B-27	*Colletotricum orbiculare*	Anthracnose
	Pseudomonas putida 89B-27	Cucumber mosaic virus	Systemic mosaic
	Pseudomonas putida 89B-27	*Diabrotica undecimpunctata*	Herbivory
	Pseudomonas putida 89B-27	*Erwinia tracheiphila*	Bacterial wilt

تابع جدول (٦-١٤).

النوع المحصولي	السلالة والنوع البكتيرى	المسبب المرضى أو الآفة المقاومة	المرض المقاوم
	Pseudomonas putida 89B-27	*Fusarium oxysporum* f.sp. *lachrymans*	Angular leaf spot
	Pseudomonas putida 89B-27	*Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum*	Vascular wilt
	Serratia marcescens 90-166	*Acalymna vittatum*	Herbivory
	Serratia marcescens 90-166	*Colletotricum orbiculare*	Anthracnose
	Serratia marcescens 90-166	Cucumber mosaic virus	Systemic mosaic
	Serratia marcescens 90-166	*Diabrotica undecimpunctata*	Herbivory
	Serratia marcescens 90-166	*Erwinia tracheiphila*	Bacterial wilt
	Serratia marcescens 90-166	*Fusarium oxysporum* f.sp. *lachrymans*	Angular leaf spot
	Serratia marcescens 90-166	*Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum*	Vascular wilt
	Serratia plymuthica 2-67	*Colletotricum orbiculare*	Anthracnose
الفجل	*Pseudomonas fluorescens* WCS374	*Fusarium oxysporum* f.sp. *raphani*	Vascular wilt
	Pseudomonas fluorescens WCS417	*Alternaria brassicicola*	Necrotic lesions
	Pseudomonas fluorescens WCS417	*Fusarium oxysporum*	Necrotic lesions
	Pseudomonas fluorescens WCS417	*Fusarium oxysporum* f.sp. *raphani*	Vascular wilt
	Pseudomonas fluorescens WCS417	*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*	Necrotic lesions
التبغ	*Pseudomonas fluorescens* 7NSK2	Tobacco mosaic virus	Necrotic lesions
	Pseudomonas fluorescens CHAO	*Thielaviopsis basicola*	Black root rot
	Pseudomonas fluorescens CHAO	Tobacco necrosis virus	Necrotic lesions
	Serratia marcescens 90-166	*Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*	Wildfire
الطماطم	*Pseudomonas fluorescens* WCS417	*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*	Vascular wilt
	Pseudomonas fluorescens 89B-27	Cucumber mosaic virus	Systemic mosaic
	Serratia marcescens 90-166	Cucumber mosaic virus	Systemic mosaic

● أفادت معاملة الطماطم ببعض سلالات بكتيريا المحيط الجذرى المنشطة للنمو النباتى plant growth promoting rhizobacteria فى تنشيط النظام الدفاعى بها ضد الإصابة بفيرس موزايك الخيار (Zehnder وآخرون ٢٠٠٠).

● استحثت معاملة الفاصوليا بالسلالة KMPCH من *Pseudomonas aeruginosa* مقاومة جهازية ضد الفطر *C. lindemuthianum* — فقط — فى الأصناف المتوسطة المقاومة — أصلاً — للفطر. أما السلالة WCS417 من البكتيريا *Pseudomonas fluorescens* فكانت قادرة على حث المقاومة الجهازية للفطر فى كل من الأصناف القابلة للإصابة والمتوسطة المقاومة على حد سواء (Bigirimana & Hofte ٢٠٠٢).

● تُكسب السلالة BTP1 من بكتيريا المحيط الجذرى *Pseudomonas putida* — وكذلك راشح المزارع البكتيرية الخالى من خلاياها — تُكسب نباتات الفاصوليا مقاومة جهازية ضد الإصابة بالفطر *Botrytis cinerea* (Ongena وآخرون ٢٠٠٢).

● تستحث السلالة 89B-27 من *Pseudomonas putida* والسلالة 166-90 من *Streptomyces marescens* تكوين مقاومة جهازية فى الخيار ضد كل من: الأنثراكنوز، وتبقع الأوراق الزاوى الذى تسببه البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*، والذبول الفيوزارى الذى يسببه الفطر *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*، والذبول البكتيرى التى تسببه البكتيريا *Erwinia tracheiphila* (عن Zahir وآخرين ٢٠٠٤).

● تشترك سلالات معينة من عدة أنواع من الجنس *Bacillus* فى قدرتها على تطوير مقاومة جهازية مستحثة induced systemic resistance فى النباتات.

ومن بين الأنواع التى تتميز بتلك الخاصية، ما يلى:

B. subtilis

B. amyloliquefaciens

B. cereus

B. pasteurii

B. mycoides

B. pumilus

B. sphaericus

ولقد أحدثت المعاملة بتلك السلالات مقاومة جهازية مستحثة تحت ظروف البيوت المحمية وظروف الحقل فى عدد كبير من المحاصيل، منها: الفلفل الحلو والحار،

والكنتالوب، والبطيخ ، وبنجر السكر، والتبغ، والخيار والـ *Arabidopsis*، كما أنها كانت منشطة للنمو النباتي.

ومن بين الأمراض والمسببات المرضية التي أكسبت تلك السلالات البكتيرية النباتات مقاومة جهازية مستحثة ضدها: فطريات تبقعات الأوراق، وبكتيريا تبقعات الأوراق، والفيروسات الجهازية، وفطريات أعفان التاج، ونيماتودا تعقد الجذور، وأحد فطريات لفحة الأوراق، والذبول الطرى، والعفن الأزرق، والندوة المتأخرة، وكذلك الآفات الحشرية: خنفساء الخيار المخططة والمبقعة اللتان تنقلان البكتيريا المسببة لذبول القرعيات، والذبابة البيضاء *Bemisia argentifolii* التي تنقل فيرس تبرقش الطماطم tomato mottle virus (Kloepper وآخرون ٢٠٠٤).

البكتيريا غير الممرضة التي تعيش داخلياً في جذور النباتات

أظهرت البكتيريا غير الممرضة التي تعيش داخليًا في جذور النباتات endophytic bacteria قدرة على الحد من الإصابة بكل من نيماتودا الحوصلات *Globodera pallida*، ونيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita*، حدث ذلك من خلال تطوير النباتات لمقاومة جهازية مستحثة لدى استعمال السلالة G12 من البكتيريا *Rhizobium etli*.

هذه البكتيريا لا تعيش في المحيط الجذرى، وإنما تصل إلى داخل الجذور من خلال الفتحات الطبيعية والجروح، وربما بإفرازها لإنزيمات محللة، وتعيش في الجذور داخل الخلايا وبينها، حيث تحصل على غذائها من النبات؛ ولذا .. فإنها تكون في وضع أفضل كعامل مكافحة حيوية عن بكتيريا المحيط الجذرى (Hallmann وآخرين ٢٠٠١).

السلالات غير الممرضة من المسببات المرضية

أدى حقن (عدوى) بادرات الطماطم بالسلالة غير القادرة على إحداث الإصابة (avirulent) من البكتيريا *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (مسببة مرض التقرح البكتيرى) أو متعددات التسكر الخارج خلوية extracellular

polysaccharides الخاصة بالبكتيريا قبل شتل البادرات بأيام قليلة إلى حثها على تطوير مقاومة قصوى جهازية ودائمة ضد سلالات شديدة الضراوة من ذات البكتيريا فى اختبارات على مدى أربع سنوات. وبينما لم تتأثر تلك التفاعلات الدفاعية بصنف الطماطم المستعمل فى الدراسة، فإنها تأثرت بطريقة العدوى بالسلالة غير الممرضة وبالفترة التى مرت بين العدوى بها والتعرض للعدوى بالسلالة الممرضة (Griesbach & Sotirova ٢٠٠٢).

وقد عُزلَ من جذور نباتات طماطم كانت نامية فى كمبوست مثبط لكل من أمراض التربة والنموات الخضرية .. عُزلَ منها سلالة من الفطر *Fusarium solani* أعطيت الرمز Fs-K. أدت عدوى نباتات الطماطم بهذه السلالة إلى حمايتها من الإصابة بالفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*، وإلى حثها على تطوير مقاومة جهازية ضد الفطر *Septoria lycopersici*، وكذلك إلى تنشيط الجينين PR5، و PR7 (Kavroulakis وآخرون ٢٠٠٧).

الفيروسات

أوضحت الدراسات أن نباتات الفلفل التى تُحقن بفيرس موزايك التبغ يتطور فيها حالة من المقاومة الجهازية ويتكون فيها بروتينات الحماية من الإصابات المرضية تقى تلك النباتات من الإصابة بلفحة فيتوفثورا (Lee وآخرون ١٩٩٨). لكن لا يمكن — بطبيعة الحال — الاعتماد على تلك الطريقة كوسيلة لمكافحة الفطر.

أهمية ومعوقات الاعتماد على المقاومة الجهازية المستحثة بيولوجياً فى المقاومة

إن من أهم العوامل التى تدعم الاعتماد على المقاومة الجهازية المستحثة، ما يلى:

١– مشاكل المقاومة للمبيدات بين مسببات الأمراض.

٢– الازدياد المطّرد فى عدد المبيدات التى يوقف استعمالها، وازدياد تكلفة الاختبارات المطلوبة للسماح باستعمال مبيدات جديدة، فضلاً عن عدم توفر بدائل — أصلاً — للمبيدات التى يوقف استعمالها.

٣- المشاكل الصحية والبيئية لاستخدام المبيدات، وازدياد الإقبال على الإنتاج العضوى والزراعة المستدامة.

٤- عدم قدرة المبيدات على مكافحة بعض مسببات الأمراض بكفاءة، مثل الفيروسات والمسببات المرضية التى تعيش فى التربة.

٥- قد لا تتوفر المبيدات للمزارعين فى بعض الدول النامية، مع توفر الوعى الكافى بالاستخدام الآمن لها.

٦- مقاومة عامة الناس لاستخدام المحاصيل المحولة وراثيًا، بينما تعتمد المقاومة الجهازية المستحثة على الجينات التى تتواجد طبيعيًا فى النبات.

٧- تتميز المقاومة الجهازية المستحثة بمداها الواسع وبفاعليتها لفترة طويلة.

٨- ضعف احتمال تطوير المسببات المرضية للمقاومة الجهازية المستحثة نظرًا لأنه ينشط خلالها عدة دفاعات نباتية فى آن واحد (Kuć ٢٠٠١).

هذا .. إلاّ أنه لا يجب الاعتماد على المقاومة المستحثة منفردة فى مكافحة الأمراض وإنما — يكون ذلك ضمن برنامجاً للمكافحة المتكاملة (Jacobsen وآخرون).

وإن من أهم العوامل التى تقف عائقًا أمام الاعتماد على المقاومة الجهازية المستحثة تجاريًا، ما يلى:

١- عدم الوعى أو الإلمام بفاعليتها، وعدم اعتقاد البعض بجدواها، والخوف غير المبرر من جانب العامة والمزارعين من تطبيق التقنيات الجديدة.

٢- عدم الجدوى المادية للاستثمار فى تطوير مركبات حاثة للمقاومة لا تخضع لحقوق الملكية الفكرية.

٣- تعتمد الظاهرة على الجينات الطبيعية فى النبات، وبذا .. فإن فاعليتها تتأثر بالحالة الفسيولوجية للنبات والتغيرات فى الظروف البيئية المحيطة به (Kuć ٢٠٠١).

طبيعة المقاومة الجهازية المستحثة بيولوجيًا

مقدمة

إن المقاومة الجهازية المستحثة induced systemic resistance (اختصارًا: ISR) هى

الظاهرة التى تُستَحثُ فيها المقاومة للأمراض جهازيًا من إصابة موضعية، أو من موضع تمت معاملة النبات فيه بمكونات أو منتجات ميكروبية أو بأى من مجموعة متنوعة من مركبات عضوية وغير عضوية لا رابط بينها. ولا يرجع نشاط العامل الحاث للمقاومة إلى أى نشاط مضاد للميكروبات أو إلى أى قابلية له للتحول إلى عامل أو عوامل مضادة ميكروبيًا. وعلى الرغم من ذلك فإن العوامل المضادة ميكروبيًا يمكن أن تستحث المقاومة. وتوفر الحماية للنبات من وقت المعاملة حتى إكتمال التعبير عن المقاومة الجهازية المستحثة.

وتتميز العملية التى يصبح النبات بمقتضاها مقاومًا بأنها نشطة؛ حيث ما أن تبدأ أحداثها حتى تستمر حتى النهاية، مع تمثيل وتراكم مركبات يمكن أن تُسهم فى المقاومة.

ومن بين أهم تلك المركبات الدفاعية أو الأنظمة الدفاعية التى يمكن أن تسهم فى الوصول إلى حالة المقاومة الجهازية المستحثة، ما يلى (عن Kuć ٢٠٠١).

١- سلبية أو استجابة للتجريح

Waxes, cutin, phenolic glycosides, phenols, quinones, steroid glycoalkaloids, suberin, terpenoids and proteins (thionins).

٢- تزداد بعد الإصابة

Phytoalexins, reactive oxygen species/free radicals, calcium, silicon/silicates, polyphenoloxidases, peroxidases, phenolic cross-linked cell wail polymers, hydroxyproline and glycine-rich glycoproteins, thionins, antimicrobial proteins and peptides, chitinases, β-1,3-glucanases, ribonucleases, proteases, callose, lignin, lipoxygenases and phospholipases.

ونظرًا لأن العوامل العديدة التى يمكنها إعطاء إشارة البدء فى حث المقاومة الجهازية فى النباتات لا رابط بينها، فإنه يبدو واضحًا أن أى عامل منها يكون نشطًا فى مهمته بسبب ما يحدثه من تأثير وليس بسبب ماهيته. ومع التباين الشديد فى طبيعة تلك العوامل وتركيبها الكيميائى لم يمكن أبدًا التوصل إلى سمة تركيبية معينة تكون مفتاحًا لنشاطها.

كذلك لم يمكن التوصل إلى مسببٍ لظاهرة عدم خصوصية المقاومة الجهازية المستحثة سواء فيما يتعلق بالعوامل الحاثة أو بتنوع فاعليتها ضد مسببات مرضية متنوعة.

وعلى الرغم من عمومية فاعلية المقاومة الجهازية المستخثة ضد مختلف المسببات المرضية، فإن فاعليتها تكون أكثر ما يمكن ضد الفطريات، وبدرجة أقل ضد البكتيريا، وبأقل درجة ضد الفيروسات. كذلك تكون بعض العوامل الحاثة للمقاومة الجهازية أكثر تأثيرًا على أمراض معينة دون غيرها. ويمكن تفسير ذلك من خلال تأثيرها المتباين على المكونات المختلفة التى تُسهم فى المقاومة النباتية الجهازية المستحثة. ولا تكون كل المركبات الدفاعية متساوية الفاعلية ضد كل المسببات المرضية. فمثلاً .. يكون من الصعب تصور دورًا يمكن أن يلعبه الشيتينيز chitinase ضد فطر يفتقر إلى الشيتين chitin فى جدره الخلوية، على الرغم من أن هذا الفطر قد يعطى إشارة البدء لمقاومة جهازية مستحثة بتراكم فيها الشيتينيز. كذلك فإن بعض الفيروسات تُعطى إشارة البدء فى مقاومة جهازية مستحثة يتراكم فيها مركبات مثل الفيتوألاكسينات phytoalaxins، والشيتينيز، والـ β-1,3-glucanase على الرغم من عدم وجود دور لتلك المركبات فى المقاومة للفيروسات.

ومما يضيف إلى تعقيد ظاهرة المقاومة الجهازية المستحثة أنها يمكن أن تُستَحثُ — كذلك — بواسطة آكلات الأعشاب herbivores، وأن مركبات مختلفة ومسارات بنائية مختلفة قد تتحقق من خلالها الظاهرة. ومن بين تلك المركبات والمسارات تلك الخاصة بحامض السلسيلك، وحامض الجاسمونك، وحامض الأبسيسك، والإثيلين، وأكسيد النيتريك. وقد يؤدى بدء النشاط فى أحد المسارات إلى تثبيطها فى مسار آخر، كما يحدث بين مسارى حامض السلسيلك وحامض الجاسمونك (Kuć ٢٠٠١).

آليات فعل بكتيريا المحيط الجذرى

تقوم بعض أنواع وسلالات البكتيريا التى تعيش فى المحيط الجذرى للنباتات بحثها على تطوير مقاومة جهازية بها ضد الفطريات، والبكتيريا، والفيروسات، الأمر الذى تأكد فى عديد من النباتات منها الخيار، والفجل، والتبغ، والطماطم. وبينما تتباين

السلالات البكتيرية فى قدرتها على حث المقاومة الجهازية، فإن الأنواع النباتية تتباين – كذلك – فى استجابتها لتلك البكتيريا.

ومن بين آليات (ميكانيزمات أو محددات) المقاومة الجهازية المستحثة لبكتيريا المحيط الجذرى: الـ lipopolysaccharides، والـ siderphores، والـ salicylic acid (جدول ٦–١٥) (Van Loon وآخرون ١٩٩٨).

جدول (٦–١٥): بعض السلالات والأنواع البكتيرية وآليات إحداثها للمقاومة الجهازية المستحثة فى أنواع نباتية متباينة.

السلالات والأنواع البكتيرية	النبات وآلية المقاومة
Psudomonas aeruginosa	
strain 7NSK2	التبغ: Salicylic acid
	الفاصوليا: Salicylic acid
Psudomonas fluorescens	
CHAO	التبغ: Siderophore
WCS374	الفجل: Lipopolysaccharide
	siderophore
	Iron-regulated factor
WCS417	القرنفل: Lipopolysaccharide
	الفجل: Lipopolysaccharide
	Iron-regulated factor
	Arabidopsis: Lipopolysaccharide
Pseudomonas putida	
WCS358	*Arabidopsis:* Lipopolysaccharide & siderophore

ونستعرض – فيما يلى – جانبًا من الدراسات التى أجريت على طبيعة المقاومة الجهازية التى تستحثها بكتيريا المحيط الجذرى فى النباتات:

● أحدثت معاملة الفجل بالبكتيريا *Pseudomonas fluorescens* (السلالة WCS47) مقاومة جهازية فى النباتات ضد مدى واسع من المسببات المرضية شمل كلاً من *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*، و *Alternaria brassicicola*. وقد بدا واضحًا أن التحلل necrosis بالأنسجة النباتية لم يكن ضروريًا لحث المقاومة الجهازية بالنبات

نظرًا لأن البكتيريا *P. fluorescens* – التى تستحث إنتاج البروتينات الخاصة بالتطفل المرضى (PRPs) – لا تحدث تحللات كتلك التى تحدثها البكتيريا *P. syringae* pv. *tomato*، وهى التى تُحدث – كذلك – مقاومة جهازية بالنبات (Hoffland وآخرون ١٩٩٦).

- تفيد بكتيريا المحيط الجذرى *Pseudomonas corrugata* (السلالة 13)، و *P. aureofacines* (السلالة 28-63) فى مكافحة الفطر *Pythium aphanidermatum* بجذور الخيار، وذلك من خلال إحداثهما لمقاومة جهازية فى النبات وكذلك بخاصية التضادية أو المقاومة المحلية المستحثة (Chen وآخرون ١٩٩٨).

- أحدثت معاملة جذور الفاصوليا بالسلالة 7NSK2 من *Pseudomonas aeruginosa* مقاومة جهازية بالنباتات، وذلك من خلال إنتاجها لحامض السلسيلك بما يُعادل المعاملة بنانومول واحد من الحامض (De Meyer وآخرون ١٩٩٩).

- أدت معاملة جذور الخيار بأى من البكتيريا *Pseudomonas corrugata* (السلالة ١٣)، أو *P. chlororaphis* (السلالة ٦٣–٢٨) إلى حث النبات على تطوير مقاومة جهازية ضد الفطر *Pythium aphindermatum*. وعلى الرغم من أن المعاملة بالبكتيريا أحدثت زيادة كبيرة فى محتوى النبات من حامض السلسيلك فإن الحامض لم يكن مؤثرًا على نمو الفطر فى البيئات الصناعية عندما استخدم بتركيز ١٠٠–٢٠٠ ميكروجرام/مل، كما لم تؤد المعاملة به إلى إكساب نباتات الخيار أية مقاومة ضد الفطر (Chen وآخرون ١٩٩٩).

- أظهرت الدراسات أن المعاملة بالسلالة FZB-G من البكتيريا *Bacillus subtilis* تُكسب الطماطم مقاومة جهازية ضد الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*، وتبين أن راشح مزارع البكتيريا وهى – أى المزارع – بعمر ١٠–٢٠ ساعة تُحدث نفس هذا التأثير (المقاومة الجهازية ضد الفطر وتحفيز نمو الطماطم)، بينما كان راشح المزارع التى بعمر ثلاثة أيام شديد السمية للفطر لكنه لم يحث الطماطم على تطوير مقاومة جهازية ضد الفطر. وقد تبين – كذلك – أن أحد مكونات راشح المزارع التى بعمر ١٠–٢٠ ساعة يحفز النمو الجذرى للطماطم ويحث تطوير المقاومة الجهازية وأنه يعمل

كبادئ للأوكسين indole-3-pyruvic acid. أُعطى هذا المكون الرمز Tr-C، ويعتقد بأنه يعمل كهرمون نباتي، وأنه يعطى إشارة البدء فى التفاعلات التى تقود إلى تطوير المقاومة الجهازية (Gupta وآخرون ٢٠٠٠).

● أدت معاملة جذور الخيار بأى من السلالة ١٣ من البكتيريا *Pseudomonas corrugate* أو السلالة 63-28 من البكتيريا *P. aureofaciens* إلى تحفيز نشاط الإنزيم phenylalanine ammonia-lyase فى أنسجة الجذور بعد يومين من المعاملة واستمر التأثير على نشاط الإنزيم لمدة ١٦ يومًا. كذلك ازداد نشاط كلا من البيروكسيديز peroxidase والبولى فينول أوكسيديز polyphenol oxidase بعد ٢-٥ أيام من معاملة الجذور بالسلالة ١٣ من البكتيريا *P. corrugate*. وبعد تعريض النباتات التى عوملت بالبكتيريا للعدوى بالفطر *Pythium aphanidermatum* .. فإن نشاط الإنزيمات الثلاثة ازداد عما كان عليه إلى أن وصلت الزيادة إلى أقصى مدى لها بعد ٤-٦ أيام من العدوى بالفطر. وقد تبين أن سلالتى البكتيريا وفطر البثيم يحفزان نشاط الإنزيمات الثلاثة موضعيًا وجهازيًا. كذلك تبين أن صورة isomer إنزيم البيروكسيديز الذى يُستَحث إنتاجه بواسطة الريزوبكتيريا يختلف عن صورته التى تنتج فى الجذور المصابة بالفطر *P. aphanidermatum* (Chen وآخرون ٢٠٠٠).

● أدت المعاملة المزدوجة بالسلالة Pf1 من البكتيريا *Pseudomonas fluroscens* بطريقتى رش الأوراق والإضافة للتربة إلى خفض إصابة الفلفل بالفطر *Colletotrichum capsici* — مسبب مرض الأنثراكنوز — بكفاءة عالية عن طريق حث تطوير مقاومة جهازية، كانت مصاحَبة بزيادة فى نشاط مختلف الإنزيمات ذات العلاقة بالدفاع النباتى، وكذلك زيادة فى تمثيل المركبات ذات العلاقة (Ramamoorthy & Samiyappan ٢٠٠١).

● تنتج بكتيريا المحيط الجذرى *Pseudomonas chlororaphis* (السلالة PCL 1391) المركب phenazine-1-carboxamide الذى يكافح الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* مسبب مرض عفن الجذع والجذر فى الطماطم. ويلعب استعمار البكتيريا لجذور الطماطم دورًا أساسيًّا فى المكافحة الحيوية من خلال كون

الجذر وسيلة لتوصيل المركب المضاد للفطر إلى باقى أجزاء النبات (Chin-A-Woeng وآخرون ٢٠٠١).

● دُرس تأثير المعاملة ببكتيريا المحيط الجذرى التالية على إصابة الخيار بالذبول البكتيرى:

١- السلالة 89B-61 من *Pseudomonas putida*.

٢- السلالة 90-166 من *Serratia marcesens*.

٣- السلالة INR-7 من *Bacillus pumilis*.

٤- السلالة INR-S من *Flavomonas oryzihabitans*.

وتبين أن المعاملة بالبكتيريا قللت جوهريًّا من أعداد خنفستى الخيار الناقلتين للبكتيريا *Erwinia tracheiphila* المسببة للمرض، وهما خنفساء الخيار المخططة *Acalymma vittata*، وخنفساء الخيار المبقعة *Diabrotica undecimpunctata*، كما انخفضت الإصابة بالمرض جوهريًّا ليس فقط مقارنة بالكنترول، وإنما كذلك مقارنة بالمكافحة بالمبيدات. ولقد كانت المقاومة مصاحبة بانخفاض شديد فى تركيز Cucurbitacin C، وهو الكيوكاربتسين الرئيسى فى الخيار، علمًا بأن الكيوكربتسينات تُعد جاذبة قوية لتغذية الخنافس (كما ثبت من تجارب قورنت فيها تغذية الخنافس على نباتات خيار مُرة ذات تركيب وراثى BiBi وتنتج تركيزًا عاليًا من الكبوكربتسين، بتغذيتها على نباتات خيار خالية من الكيوكربتسين وذات تركيب وراثى bibi).

ولكن حتى فى غياب الخنافس الناقلة للبكتيريا، فإن المعاملة ببكتيريا المحيط الجذرى المنشطة للنمو استحثت مقاومة فى الخيار ضد بكتيريا الذبول التى حقنت بها سواء أكانت النباتات مرة BiBi، أم غير مرة bibi (Zehnder وآخرون ٢٠٠١).

● أظهرت الدراسات أن معاملة جذور نباتات الخيار ببكتيريا المحيط الجذرى المنشطة للنمو النباتى plant growth promoting rhizobacteria (اختصارًا: PGPR) استحثت المقاومة ضد مرض الذبول البكتيرى الذى تسببه البكتيريا *Erwinia tracheiphila*، وارتبط ذلك بنقص فى تغذية خنفساء الخيار المخططة وخنفساء الخيار المبقعة الناقلتين للبكتيريا، مع نقص فى تركيز الكيوكاربتسين cucurbitacin المحفز القوى لتغذية الخنفساء.

وفى تجارب أخرى وجد أن الـ PGPR تستحث المقاومة الجهازية ضد الذبول فى غياب الخنفساء الناقلة للبكتيريا، مع عدوى نباتات الخيار صناعيًّا بالبكتيريا المرضة؛ مما يعنى أن الـ PGPR تستحث المقاومة ضد كل من الإصابة المنقولة بالخنفساء وضد البكتيريا ذاتها إذا ما حقنت بها النباتات بوسائل أخرى.

ولقد انتخبت سلالات أخرى من الـ PGPR قادرة على حث المقاومة الجهازية ضد كل من فيرس موزايك الخيار وفيرس تبرقش الطماطم فى الطماطم (Zehnder وآخرون ٢٠٠١).

وأوضحت الدراسات أن معاملة الخيار ببكتيريا المحيط الجذرى تكسب النباتات مقاومة جهازية ضد الإصابة بكل من خنفساء الخيار والبكتيريا *Erwinia tracheiphila* مسبب مرض الذبول البكتيرى والتى تنقلها الخنفساء، وأن ذلك يكون مصاحبًا بنقص فى تركيز الكيوكاربتسين cucurbitacin، وهو من مركبات الأيض الثانوية التى تحفز — بشدة — تغذية الخنفساء. هذا .. إلاّ أن المعاملة ببكتيريا المحيط الجذرى — فى غياب خنفساء الخيار — تؤدى كذلك إلى ذات المقاومة الجهازية ضد الإصابة بالبكتيريا؛ مما يدل على أن المقاومة التى تستحثها بكتيريا المحيط الجذرى تكون من خلال آلية أخرى إضافية غير آلية تخفيضها لتركيز الكيوكاربتسين (Zehnder وآخرون ٢٠٠١).

● تُحدِثُ المعاملة بالبكتيريا *Pseudomonas fluorescens* — سواء أكانت عن طريق البذور، أم غمس الجذور، أم التربة، أم رش الأوراق — خفضًا معنويًّا فى شدة إصابة الطماطم بفيرس ذبول الطماطم المتبقع. ولقد ازداد فى النباتات المعاملة بالبكتيريا نشاط كلا من البيروكسيديز peroxidase، والـ phenylalanine ammonia-lyase، وازداد تراكم اللجنين والمركبات الفينولية (Kandan وآخرون ٢٠٠٢).

● أظهرت الدراسات أن معاملة الطماطم بالعزلة Pf1 من البكتيريا *Pseudomonas fluorescens* تحميها من الإصابة بالفطر *F. oxysporum* f. sp. *lycopersci*، وأن تلك الحماية مردها إلى حث البكتيريا النباتات على إنتاج إنزيمات دفاعية، مع تراكم الفينولات والبروتينات التى تحد من اجتياح الفطر لجذور الطماطم (Ramamoorthy وآخرون ٢٠٠٢).

● وجد أن السلالة Pf1 من *Pseudomonas fluorescens* تؤدى عند معاملة الفلفل والطماطم بها إلى حمايتهما من الإصابة بالفطر *Pythium aphanidermatum* مسبب مرض الذبول الطرى، وزيادة معدل النمو النباتى، كما أوضحت الدراسات أن تلك السلالة تستحث النباتات لتمثيل الإنزيمات والمركبات الكيميائية ذات العلاقة بالدفاع ضد مسببات الأمراض؛ حيث أدت المعاملة بها إلى زيادة نشاط كلا من الـ: phenylalanine ammonia-lyase، والـ peroxidase، والـ catechol oxidase (سابقًا polyphenoloxidase، أو PPO)، وذلك بعد تعرض النباتات المعاملة بالبكتيريا للفطر *P. aphnidermatum*، كما ازداد فيها تراكم الفينولات (Ramamoorthy وآخرون ٢٠٠٢).

● أدت المعاملة بأى من بكتيريا المحيط الجذرى *Bacillus pumilus* SE34، أو *Pseudomoans fluorescens* 89B61 إلى حث تكون مقاومة جهازية ضد الندوة المتأخرة فى الطماطم، وخفض شدة المرض إلى درجة مماثلة لتلك التى أحدثتها المعاملة بالمركب الحاث للمقاومة المحلية (غير الجهازية) β-amino butyric acid (اختصارًا: BABA). ويستدل من الدراسة أن الحماية التى حثت تكوينها كلتا السلالتين من بكتيريا المحيط الجذرى مستقلة عن حامض السلسيلك، ولكنها تعتمد على كل من الإثيلين وحامض الجاسمونك، بينما اعتمدت المقاومة المحلية التى أحدثها الـ BABA على حامض السلسيلك (Yan وآخرون ٢٠٠٢).

● إن المكافحة الحيوية باستعمال بكتيريا المحيط الجذرى المنشطة للنمو النباتى plant growth promoting rhizobacteria تتم من خلال إفراز تلك البكتيريا لنواتج أيضية بكتيرية تقلل أعداد المسببات المرضية — التى قد تتواجد فى المحيط الجذرى — أو تقلل من نشاطها. وقد تتضمن تلك النواتج الأيضية siderophores ترتبط بالحديد وتجعله أقل تيسرًا للكائنات المرضة التى تتواجد بالقرب منها، وينطبق ذلك — على بعض الـ pseudomonads، مثل *Pseudomonas fluorescens*، و *P. putida* (عن Zahir وآخرين ٢٠٠٤).

● ترتبط المقاومة الجهازية المستحثة بالـ *Bacillus* spp. بتغيرات تركيبية فى

النباتات أثناء تعرضها للإصابة بالمسببات المرضية فضلاً عن حدوث تحورات سيتولوجية وكيميائية لها.

ويبدو أن .*Bacillus* spp تنشط بعض المسارات الأيضية التي تنشطها الـ .*Pseudomonas* spp بالإضافة إلى تنشيطها لمسارات أخرى. فمثلاً .. تعتمد المسارات التي تستحثها عديد من سلالات الـ .*Bacillius* spp على حامض الجاسمونك jasmonic acid، والإثيلين، والجين المنظم NPR1 – كما يحدق في حالة المقاومة الجهازية المستحثة للـ .*Pseudomonas* spp – إلا أنه في حالات أخرى وجد أن المقاومة الجهازية المستحثة بواسطة .*Bacillius* spp تعتمد على حامض السلسيلك وليس على حامض الجاسمونك أو الإثيلين أو الجين المنظم NPR1. كذلك فإنه بينما لا تؤدى المقاومة الجهازية المستحثة بواسطة .*Pseudomonas* spp إلى تراكم الـ PR1 في النباتات في بعض الحالات، فإن المقاومة الجهازية المستحثة بواسطة .*Bacillius* spp تقوم بذلك (Kloepper وآخرون ٢٠٠٤).

آليات فعل الميكوريزا

أدت معاملة بذور الفلفل قبل زراعتها بفطر الميكوريزا *Trichoderma harzianum* إلى حث تكوين مقاومة جهازية في النبات وفرت له حماية جزئية من الإصابة بالفطر *Phytophthora capsici*، وكان ذلك مصاحبًا – في الوقت ذاته – بزيادة في تركيز الفيتوألاكسين كابسيديول Capsidiol بلغت – بعد ستة أيام من العدوى بفطر الفيتوفثورا – سبعة أضعاف تركيزه في النباتات غير المعاملة بالميكوريزا ومحقونة بالفيتوفثورا (Ahmed وآخرون ٢٠٠٠).

وتستحث الميكوريزا المقاومة الجهازية في النباتات .. من خلال مسارات تتضمن حامض الجاسمونك والإثيلين. ولقد وجد أن السلالة T203 من *Trichoderma asperellum* تنظم تعبير الجينات الخاصة بمساري حامض الجاسمونك والإثيلين أثناء حث المقاومة الجهازية المكتسبة في نباتات الخيار. كذلك فإن نباتات الخيار التي حقنت بالميكوريزا ثم البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* أظهرت

تعبيرًا أكبر للجنيات التى تشفر لكل من الـ β-1,3-glucanase، والـ peroxidase مقارنـة بالكنترول (Shoresh وآخرون ٢٠٠٥).

آليات فعل بعض الفطريات الأخرى

يتطفل الفطر *Pythium oligandrum* على مدى واسع من الفطريـات ويثـبط الأمـراض التى تسببها الفطريات المرضة عندما يتمكن من استعمار المحـيط الجـذرى. كـذلك فـإن للفطر *P. oligandrum* وبروتينـات جـدرة الخلويـة القـدرة علـى تنبيـه تطـوير اسـتجابة دفاعية فى النباتات.

وقد دُرس تأثير ميسيليوم الفطر *P. oligandrum* المجنس (mycelium homogenate) على تثبيط إصابة الطماطم ببكتيريا الذبول *Ralstonia solanacearum*، ووجد أن المعاملة تقلل شدة أعراض الذبول. كذلك وجـد أن معاملـة الجـذور بمجـنس ميسـيليوم الفطـر أو ببيروتينات جدره الخلوية أحدثت زيادة فى مستوى الإثيلين قدرت بنحو ٦–١١ ضـعف المستوى فى نباتات الكنترول بعد المعاملة بأربع ساعات، واستمرت الزيادة حتـى ثمـانى ساعات بعد المعاملة، وأعقب ذلك زيـادة كـبيرة فـى تعـبير ثلاثـة جينـات ذات علاقـة بإنتاج الإثيلين المرتبط بالـدفاع النبـاتى، وهـى جينـات: PR-2b، و PR-3b، و PR-5b (Hase وآخرون ٢٠٠٦).

وكان قـد أمكـن عـزل بـروتين ذات وزن جزيئـى مـنخفض مـن راشـح مـزارع الفطـر *Pythium oligandrum* أطلق عليـه الإسـم oligandrin، وأدت معاملـة نباتـات الطمـاطم بهذا البروتين إلى حث تفـاعلات دفاعيـة بالنبـات لـدى حقنـه بـالفطر *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* (Picard وآخرون ٢٠٠٠).

آليات فعل السلالات غير المتوافقة من المسببات المرضية

أدت معاملة الطماطم الحاملة للجين Cf5 بالسلالة ٤ — غير المتوافقة مع هذا الجـين — مـن الفطـر *Fulvia fulva* إلى حمايـة الأوراق التاليـة لـلأوراق المحقونـة مـن الإصـابة بالسلالة 5 — المتوافقة مع جين المقاومة — من ذات الفطر، وذلك فى خلال خمسة أيـام

من الحقن بالسلالة غير المتوافقة، وكان ذلك مصاحبًا بزيادة بلغت الضعف فى محتوى كل من الأوراق المحقونة بالفطر غير المتوافق والأوراق التالية لها فى حامض السلسيلك (Cai وآخرون ١٩٩٩).

آليات فعل السلالات غير الممرضة من المسببات المرضية

أدت معاملة الطماطم بالسلالة غير المرضة Fo47 من *Fusarium ixysporum* إلى حماية النباتات من الإصابة بالذبول الفيوزارى. ولقد أدت المعاملة إلى زيادة نشاط إنزيمات الـ β-1,3-glucanase، و β-1,4-glucosidase فى النباتات؛ مما يعنى حث السلالة غير المرضة النباتات على تطوير مقاومة بها. وكان قد سبق عزل تلك السلالة من تربة مثبطة للإصابة بالذبول الفيوزارى بأحد الحقول فى فرنسا (Fuchs وآخرون ١٩٩٧).

وأظهرت الدراسات أنه بينما تثبط السلالة WCS417r من البكتيريا *Pseudomonas fluorescens* الذبول الفيوزارى فى الطماطم من خلال حث البكتيريا تطوير مقاومة جهازية فى النبات ضد فطر الذبول، فإن السلالة Fo47 — غير المرضة من الفطر *Fusarium oxysporum* – تثبط — هى الأخرى — إصابة الطماطم بالذبول الفيوزارى. إلا أن تأثيرها يحدث من خلال التضادية antagonism — وبدرجة أقل — من خلال حث النبات على تطوير مقاومة جهازية. وقد أمكن إرجاع المقاومة الجهازية فى حالة سلالة الفيوزاريم غير المرضة إلى البروتينات ذات العلاقة PR-1 وإنزيمات الشيتينيز. بينما لم يمكن إثبات ذلك فى حالة المقاومة الجهازية التى أحدثتها البكتيريا *P. fluorescens* (Duijff وآخرون ١٩٩٨).

كذلك تحدث الحماية التى توفرها السلالة Fo47 من الفطر *Fusarium oxysporum* — غير المرضة للبسلة — ضد الفطر المرض لها *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi* من خلال قيام السلالة الأولى (غير المرضة) — وهى التى تتطفل على بعض خلايا بشرة الجذر وبعض خلايا القشرة الخارجية — بحثّ جذور البسلة لتكوين تراكيب دفاعية تؤدى إلى إعاقة تقدم الفطر المرض (Benhamou & Garand ٢٠٠١).

ويؤدى حقن (عدوى) أوراق الفراولة بسلالة غير ممرضة من الفطر *Alternaria alternata* إلى حث تطوير مقاومة بالنبات ضد الإصابة بسلالة ممرضة من الفطر ذاته، وأمكن عزل مركب مثبط للإصابة من تلك الأوراق عُرِّف باسم (+)-catechin (Yamamoto وآخرون ٢٠٠٠).

دور البروتينات ذات العلاقة بالتطفل المرضى

تنتمى البروتينات ذات العلاقة بالتطفل المرضى pathogenesis-related proteins (اختصارًا: PRs) — التى تتكون استجابة للإصابات المرضية والحشرية ولدى التعرض لآكلات الأعشاب، وكذلك عند المعاملة ببعض المركبات الكيميائية أو التعرض لبعض الظروف القاسية — إلى نحو ١١ عائلة، من أبرزها ما يلى:

PR-1

β-1,3-gluconases (PR-2)

Chitinases (PR-3)

PR-4

Osmotin (PR-5)-

وجميع الـ PRs المبينة أعلاه تُظهر نشاطًا مضادًا للكائنات الدقيقة فى البيئات الصناعية، كما أن الـ chitinases، والـ β-1,3-glucanases لهما تأثير تداؤبى synergistic مضاد للفطريات (Sticher وآخرون ١٩٩٧).

دور اللجننة

تعد اللجننة lignification إحدى آليات الدفاع النباتية الهامة، وهى لا تقتصر — على حالات التفاعلات غير المتوافقة من العوائل والمسببات المرضية، وإنما تتعداها — كذلك — إلى حالات المقاومة الجهازية المستحثة (جدول ٦-١٦) وهى تقف حائلاً أمام عديد من المسببات المرضية وتمنعها من اختراق العائل أو عدم تمكينها من مواصلة تقدمها فى أنسجته أو تطفلها عليها؛ مما يؤدى إلى موتها (عن Sticher وآخرين ١٩٩٧).

جدول (٦-١٦): أمثلة لنباتات حدثت فيها مقاومة جهازية مستحثة بواسطة كائنات دقيقة معينة ضد مسببات مرضية معينة، والجينات التى نشطت ولعبت دورًا فى ظهور المقاومـــة (عـــن Sticher وآخرين ١٩٩٧).

النبات	الكائن الحاث للمقاومة	المسببات المرضية التى ظهرت مقاومة ضدها	الجينات المُنشَطة
البرسيم الحجازى	*Colletotrichum lindemuthianum*	*Colletotrichum lindemuthianum*	
Arabidopsis	Turnip crinkle virus	*Pseudomonas syringae*	PR-1. PR-2
	Pseudomonas syringae	Turnip crinkle virus	
	Fusarium oxysporum	*Pseudomonas syringae*	
		Peronospora parasitica	
	Pseudomonas fluorescens WCS417	*Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*	
		Pseudomonas syringae pv. *tomato*	
اللوبيا الهليونية	Tobacco necrosis virus	Tobacco necrosis virus	
	Tabacco rattle virus		
الشعير	*Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*	*Erysiphe graminis f. sp. hordei*	
الفاصوليا	*Colletotrichum lindemuthianum*	*Colletotrichum lindemuthianum*	
	Colletotrichum lagenarium	TNV	
	Uromyces phaseoli		
	Pseudomonas fluorescens	*Pseudomonas syringae* pv. *Phaseolicola*	
القرنفل	*Pseudomonas* sp.	*Fusarium*	
الخيار	*Colletotrichum lagenaruim*	*Colletotrichum lagenarium*	Acidic chitinase
	Pseudoperonospora cubensis	*Cladosporium cucumerinum*	(PR-8),

تابع جدول (٦-١٦).

النبات	الكائن الحاث للمقاومة	المسببات المرضية التى ظهرت مقاومة ضدها	الجينات المُنشَّطة
	Pseudomonas lachrymans	*Fusarium oxysporum*	PR-1-like,
	Tabacco necrosis virus	*Pseudomonas lachrymans* *Sphaerotheca fuliginea* Tabcco necrosis virus	Peroxidase
	Pseudomonas putida	*Collerotrichum orbiculare*	
	Serratia marcescens		
الكنتالوب	*Colletotrichum lagenarium*	*Colletotrichum lagenarium*	
لفت الزيت	*Leptosphaeria maculans*	*Leptosphaeria maculans*	
الدُخن اللؤلؤى	*Sclerospora graminicola*	*Sclerospora graminicola*	
البطاطس	*Phytophthora infestans*	*Phytophthora infestans*	β-1,3-glucanase
	Phytophthora cryptogea		
الفجل	*Pseudomonas fluorescens*	*Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani* *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* *Alternaria brassicola*	
البرسيم الأحمر	Bean yellow mosaic virus	*Erysiphe polygoni*	
الأرز	*Pseudomonas syringae*	*Magnaporthe grisea*	Lioixygenase
Sicklepod	*Alternaria crassiae*	*Alternaria crassiae*	
فول الصويا	*Colletotrichum lagenarium* *Colletotrichum truncatum*	*Colletotrichum truncatum*	
Stylosanthes guianensis	*Colletotrichum gloeosporioides*	*Colletotrichum gloeosporioides*	Acidic chitinase

تابع جدول (٦-١٦).

النبات	الكائن الحاث للمقاومة	المسببات المرضية التى ظهرت مقاومة ضدها	الجينات المُنشَطة
التبغ	Tobacco mosaic virus	*Thielaviopsis basicola*	PR-1. PR-2.
	Tobacco necrosis virus	*Phytophthora parasitica*	PR-3. PR-4.
	Thielaviopsis basicola	*Peronospora tabacina*	PR-5. PR-1g,
	Peronospora tabacina	*Pseudomonas syringae*	PR-8. SAR 8.2
	Pseudomonas syringae	*Phytophthora parasitica*	
	Pseudomonas fluorescens	*Pseudomonas tabaci*	
	CHAO	Tobacco mosaic virus	
		Tobacco necrosis virus	
الطماطم	*Phytophthora infestans*	*Phytophthora infestans*	Chitinase. P14 (PR-1). P70
البطيخ	*Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*	*Colletotrichum lagenarium*	Chitinase

دور حامض السلسيلك

كانت بداية اكتشاف وجود تأثير للمعاملة بحامض السلسيلك — فى الحماية من الإصابات المرضية — فى دراسة أجريت على فيرس التبغ فى التبغ عام ١٩٧٩. وأعقب ذلك تأييد ذلك الاكتشاف فى عديد من الحالات المرضية الأخرى لنباتات عديدة. وكان أول اقتراح بوجود علاقة ما بين حامض السلسيلك والمقاومة الجهازية المستحثة فى عام ١٩٨٣، ولكن ذلك لم يتأكد إلاّ فى عام ١٩٩٠ (عن Sticher وآخرين ٢٠٠١).

لقد أدى حقن أوراق الخيار بالبكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* إلى بدء إشارة متحركة لتطوير مقاومة جهازية مستحثة فى خلال ٣ إلى ٦ ساعات من الحقن،

وتوافق ذلك مع تراكم لحامض السلسيلك والمركب 4-hysroxybenzoic acid في لحاء النباتات؛ الأمر الذى كان قد سبقه حدوث زيادة مؤقتة فى نشاط إنزيم phenyalalanine ammonia-lyase في أعناق الأوراق والسيقان (Smith-Becker وآخرون ١٩٩٨).

وجد أن المعاملة بحامض السلسيلك تستحث نباتات التبغ على تكوين pathogensis related proteins، وأن ذلك يوفر حماية للنباتات من الإصابة بفيرس موزايك التبغ. وقد تبين أن حامض السلسيلك يُنتج بواسطة النباتات موضعيًا فى موقع الإصابة، وكذلك فى نسيج اللحاء، وأيضًا فى الأوراق البعيدة عن موقع الإصابة؛ مما حدى إلى الاعتقاد بأن هذا الحامض هو الذى يُعطى إشارة البدء فى المقاومة الجهازية المكتسبة systemic acquired resistance (Métraux ٢٠٠١).

ويتبين لدى البحث عن نظير لحامض السلسيلك أن كلا من 2,6-dichloroisonicotinic acid (اختصارًا: INA)، و benzothiadiazole-S-methyl ester (اختصارًا: BTH) يستحثان تمثيل نفس الجينات ذات الصلة بالتطفل المرضى PR genes (Delaney وآخرون ١٩٩٤).

تقوم النباتات بتمثيل حامض السلسيلك استجابة لمدى واسع من المسببات المرضية، وهو ضرورى لكل من المقاومة المستحثة الموضعية والجهازية. وتؤدى المعاملة بحامض السلسيلك إلى تراكم البروتينات ذات العلاقة بالإصابات المرضية pathogensis related proteins. وتؤدى الطفرات النباتية التى تقلل إنتاج النباتات من حامض السلسيلك أو إلى إنتاجها لحامض سلسيلك غير مطابق للحامض الطبيعى إلى تحفيز القابلية للإصابة بكل من السلالات غير المرضة والمرضة من مسببات الأمراض على حد سواء (Loake & Grant ٢٠٠).

إن المقاومة الجهازية المكتسبة systemic acquired resistance — التى هى آلية للدفاع المستحث يترتب عليها حماية طويلة الأمد ضد الإصابة بمدى واسع من الكائنات الدقيقة — تتطلب إشارة من جزئ حامض السلسيلك، ويصاحبها تراكم للبروتينات ذات الصلة بالتطفل المرضى pathogensis-related، التى يعتقد بإسهامها فى المقاومة.

وقد أوضحت الدراسات التى أجريت على نبات الـ *Arabidopsis* أن مسار أيض الـ isochorismate هو المصدر الرئيسى لحامض السلسيلك أثناء تطور تكوين المقاومة الجهازية المكتسبة. واستجابة لحامض السلسيلك .. يتحرك البروتين المنظم NPR1 إلى النواة حيث يتفاعل مع عوامل الاستنساخ للـ TGA لحث التعبير عن جينات الدفاع؛ ومن ثم تنشيط المقاومة الجهازية المكتسبة (Durrant & Dong ٢٠٠٤).

لقد تأكدت الحاجة لحامض السلسيلك لإعطاء الإشارة لبدء المقاومة الجهازية المستحثة عندما أمكن تحويل التبغ والـ *Arabidopsis* وراثيًّا بالجين البكتيرى nahG الذى يُشفر لتمثيل salicylate hydroxylase، وهو الذى يُزيل حامض السلسيلك بتحويله إلى catechol؛ ومن ثم فإن النباتات المحولة وراثيًّا بهذا الجين لا يتراكم فيها سوى القليل جدًّا من حامض السلسيلك، ولا يُعبرٍّ فيها عن PR genes ولا تُستحث فيها المقاومة الجهازية المكتسبة (Delaney وآخرون ١٩٩٤، و Durrant & Dong ٢٠٠٤).

يعد حامض السلسيلك جزءًا من مسار إشارة البدء بمسار أيضى يستحث المقاومة فى النباتات ضد الفيروسات، والبكتيريا، والفطريات. ونجد فى التبغ والـ *Arabidopsis* أن المسار الأيضى يتفرع، وأحد تلك التفرعات يستحث تمثيل بروتينات معينة (PR-1 protein) لها علاقة بالمقاومة للبكتيريا والفطريات، بينما يستحث فرع آخر المقاومة لفيروسات الرنا والدنا. وهذا المسار الأيضى الثانى يمكن تنشيطه بالمعاملة بالـ antimycin A، والسيانيد cyanide، كما يمكن تثبيطه بالمعاملة بالـ salicylhydroxamic acid؛ بما يعنى وجود دور لإنزيم الميتوكوندريا: alternative oxidase فى المقاومة للفيروسات.

وهذا المسار الخاص بالدفاع ضد الفيروسات ينشط عدة آليات للمقاومة. ففى التبغ .. نجد أن حامض السلسيلك يحث مقاومة ضد الحركة الجهازية لفيرس موزايك الخيار، ولكنه عديم التأثير على انقسام الفيرس أو حركته من خلية لأخرى. هذا .. بينما يبدو فى حالة فيرس موزايك التبغ فى التبغ أن حامض السلسيلك يستحث إعاقة لتمثيل رنا الفيرس (Murphy وآخرون ٢٠٠١).

لقد دُرست المركبات المسئولة عن إعطاء إشارة المقاومة الجهازية فى النباتات والتى تنتقل فى اللحاء – منذ تسعينيات القرن الماضى، وأمكن الاقتراب من معرفة طبيعة تلك المركبات منذ عام ٢٠٠٦، حيث اقتُرِحَ عددًا منها، كان من بينها الـ methyl salicylate (اختصارًا: MeSA)، وهرمون الدفاع النباتى حامض الجاسمونك jasmonic acid، ومركب غير معروف – بعد – مشتق من glycerolipid، وعددًا من الببتيدات ذات العلاقة بتوصيل إشارات الدفاع من خلية لأخرى (Volt وآخرون ٢٠٠٨).

وفى معهد بويس طومسون Boyce Thompson Institute .. توصل الباحثون إلى اكتشاف مؤداه أن مركب الـ MeSA – وهو مركب شبيه بالأسبرين – يستحث النظام الدفاعى النباتى للعمل بقوة كبيرة.

لقد كان معروفًا أن النبات يُنتج – لدى تعرضه للإصابة بأحد مسببات الأمراض – هرمون الدفاع النباتى حامض السلسيلك salicylic acid (اختصارًا: SA) فى موقع الإصابة. يُنَشِّط جانب من هذا الحامض الجهاز الدفاعى موضعيًا كما يتحول بعضه الآخر إلى MeSA الذى لا يعد نشطًا بيولوجيًا لأنه لا يستحث الاستجابات الدفاعية.

ولقد أظهرت الدراسات أن الـ MeSA المنتج عند موقع الإصابة يلعب دورًا حرجًا فى تطوير النبات للمقاومة الجهازية المستحثة؛ فقد وجد أنه ينتقل من موقع الإصابة خلال اللحاء إلى الأنسجة غير المصابة، وبمجرد أن يصل إليها يقوم إنزيم يعرف باسم salicylic acid-binding protein 2 (اختصارًا: SABP2) بتحويل MeSA مرة ثانية إلى SA. وبهذه الكيفية يتوزع الـ SA فى كل أجزاء النبات مستحثًا دفاعًا جهازيًا (الإنترنت ٢٠٠٧).

دور الإثيلين

بينما يُستدل من عديد من الدراسات أن الإثيلين لا يمكن أن يكون حاثًا للمقاومة الجهازية المستحثة فى النباتات، ولكن تراكمه فى النباتات التى تحدث فيها تلك الظاهرة ربما يكون مجرد عرض لها وليس سببًا فيها، فإن آخرين يعتقدون أن الإثيلين يُسهم فى تطوير تلك المقاومة (عن Sticher وآخرين ٢٠٠١).

ولقد أوضحت الدراسات التى أجريت على طفرات طماطم لا تُنتج الإثيلين بمعدله الطبيعى (الطفرتان never ripe، و epinastic)، أو لا تنتج حامض الجاسمونك بمعدله الطبيعى (الطفرة defl) أن السلالة Fs-K غير المرضة للطماطم من الفطر *Fusarium solani* (وهى التى تُثبط — عند عدوى نباتات الطماطم بها — الإصابة بكل من الفطرين *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*، و *Septoria lycopersici* من خلال حثها لتكوين مناعة جهازية بالنبات) هذه السلالة لم تكن مجديه فى حث النظام الدفاعى الجهازى فى الطفرتين غير المنتجتين للإثيلين، بينما كانت فعالة فى حث النظام الدفاعى الجهازى فى الطفرة غير المنتجة لحامض الجاسمونك؛ الأمر الذى يعنى أن الإثيلين ضرورى بينما حامض الجاسمونك غير ضرورى لأن تستحث العزلة Fs-K النظام الدفاعى (Kavroulakis وآخرون ٢٠٠٧).

دور حامض الجاسمونك

يؤثر حامض الجاسمونك jasmonic acid على عديد من العمليات الفسيولوجية فى النباتات، منها: نمو الجذور، وتكوين الدرنات، والتفاف المحاليق، وشيخوخة الأوراق، وتفتح الثغور، كما وجد أنه يلعب دورًا فى حماية النباتات من المسببات المرضية وآكلات الأعشاب.

وتؤدى المعاملة بتركيزات منخفضة من حامض الجاسمونك إلى حث تكوين مثبطات البروتينيز والـ thionin، والـ osmotin، وبروتين الجدر الخلوية الغنى فى البرولين؛ وعديد من الإنزيمات ذات العلاقة بتفاعلات الدفاع مثل: الـ chalcone synthase، و PAL، و LOX (Sticher وآخرون ١٩٩٧).

ولقد أوضحت الدراسات التى أجريت باستعمال فطر المكافحة الحيوية *Pythium oligandrum* أن المقاومة التى توفرها المعاملة بالفطر ضد إصابة الطماطم ببكتيريا الذبول البكتيرى *Ralstonia solanacearum* تكون بفعل إشارة تعتمد على حامض الجاسمونك (Hase وآخرون ٢٠٠٨).

يتم تمثيل حامض الجاسمونك jasmonic acid فى النباتات من حامض اللينولينك

linolenic acid عن طريق الـ octadecanoic pathway. ويلعب حامض الجاسمونك دورًا أساسيًّا فى تنشيط إشارات البدء فى مسارات أيضية استجابة للتجريح بآكلات الأعشاب أو للإصابة بمسببات الأمراض. ويترتب على ذلك تمثيل عديد من البروتينات كمكونات الجدر الخلوية والبروتينات التى تحمى من حالات الشدّ، وكذلك تلك التى تلعب دورًا فى تمثيل الفيتوألاكسينات (Wasternack & Parthier ١٩٩٧).

تستجيب النباتات للتجريح من قبل آكلات الأعشاب بتطوير استجابات دفاعية جهازية تبدأ إشاراتها وتنتشر خارج الجزء المجروح فى خلال خمس دقائق من التجريح، ويلعب تحلل الليبيدات الفوسفورية وتراكم النواتج الأيضية الدهنية دورًا رئيسيًّا فى الأحداث الأولى التى تكون مسئولة عن إشارة البدء فى حث المقاومة الجهازية. ومن بين تلك المركبات: الـ phosphatidic acid الذى يزداد تركيزه إلى نحو أربعة أضعاف فى خلال خمس دقائق، وكلا من الـ lysophosphatidylcholine، والـ lysophosphatidylethanolamine اللذان يزداد تركيزهما إلى أكثر من الضعف فى خلال ١٥ دقيقة من التجريح (Lee وآخرون ١٩٩٧).

ولقد تبين من دراسات أجريت على الطماطم أن رش النباتات بحامض الجاسمونك jasmonic acid يحفز إنتاج عديد من البروتينات الدفاعية بطريقة مماثلة لما يحدث عند تعرض النباتات لأضرار آكلات الأعشاب herbivores، وكان هذا الحث الكيميائى مرتبطًا كذلك بمقاومة لمدى عريض من آكلات أعشاب الطماطم، وكذلك زيادة فى مستوى تطفل ديدان حرشفية الأجنحة. هذا .. إلا أن هذا التأثير لحامض الجاسمونك خفّض من قدرة النباتات على تحفيز القدرة الدفاعية ضد المسببات المرضية التى تحدث فيها استجابة للمعاملة بحامض السلسيلك. كذلك فإن حث المقاومة الجهازية ضد المسببات المرضية بالمعاملة بالـ BHT قللت من قدرة النباتات على الاستجابة للمعاملة بحامض الجاسمونك لإنتاج البروتينات الدفاعية ضد آكلات الأعشاب (Thaler ١٩٩٩).

دور حامض الأبسيسك

تُعد طفرة الطماطم sitiens التى يقل محتواها من حامض الأبسيسك — كثيرًا — عن الطماطم العادية أكثر مقاومة للفطر *Botrytis cinarea* من النباتات غير المطفرة، وأدت

معاملة نباتات تلك الطفرة بحامض الأبسيسك إلى زيادة قابليتها للإصابة بالفطر؛ مما يدل على أن حامض الأبسيسك يلعب دورًا رئيسيًّا فى قابلية الطماطم للإصابة بالفطر. ويبدو أن ذلك يتم من خلال حدوث زيادة فى نشاط الإنزيم phenylalanine ammonia lyase فى الطفرة؛ الأمر الذى لا يحدث فى النباتات العادية التى تحقن بالفطر؛ مما يعنى أن المستوى العالى لحامض الأبسيسك فى النباتات العادية يثبط نشاط الإنزيم، ويبدو أن ذلك يتم من خلال تأثير الحامض سلبيًّا على النظام الدفاعى النباتى المعتمد على حامض السلسيلك (Audenaert وآخرون ٢٠٠٢).

وراثة المقاومة الجهازية المستحثة بيولوجيًّا

وجد فى *Arabidopsis thaliana* أن قدرة السلالة WCS417r من بكتيريا المحيط الجذرى المنشطة للنمو *Pseudomonas fluorescens* على حث تكوين المقاومة الجهازية ضد الإصابة بالبكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (السلالة DC3000) هى صفة بسيطة وسائدة ومستقلة عن صفة المقاومة الأساسية basal resistance التى وجد أنها كانت — كذلك — بسيطة وسائدة (Ton وآخرون ٢٠٠١).

مصادر إضافية

المرجع	الموضوع
Hammerschmidt & Becker (١٩٩٧)	المقاومة المكتسبة للأمراض فى النباتات
Bowen & Rovira (١٩٩٩)	دور الكائنات الدقيقة للمحيط الجذرى فى النمو النباتى والمكافحة
Metraux وآخرون (٢٠٠٢)	مرجع فى المقاومة الجهازية المكتسبة
Germain وآخرون (٢٠٠٦)	البيبتيدات النباتية النشطة فى حث المقاومة
Shan وآخرون (٢٠٠٧)	مسار إشارة حامض الجاسمونك فى الـ *Arabidopsis*
Heil & Ton (٢٠٠٨)	شرح لدور المركبات المتطايرة — المحمولة بالهواء — فى نقل إشارات المقاومة الجهازية المستحثة مقارنة بدور المركبات التى تنتقل فى الجهاز الوعائى واحتمالات التفاعل التداوبى بينهما

الفصل السابع

المقاومة المستحثة كيميائيًّا ضد الأمراض

تستحِثُ مركبات بسيطة لا تتشابه فى تركيبها تطوير مقاومة جهازية فى نباتات متباعدة عن بعضها تقسيميًّا ضد عديد من المسببات المرضية الفطرية والبكتيرية والفيروسية. ويترافق مع ظهور المقاومة الجهازية المستحثة تراكم سريع لمركبات دفاعية لا تتشابه فى تركيبها وذات وظائف متباينة، ملثما يحدث طبيعيًّا فى حالات المقاومة الوراثية (Kuć ٢٠٠١).

إن المعاملة الموضعية ببعض الأملاح، مثل الفوسفات والفوسفيت، والسيليكات، والأوكسالات تستحث مقاومة جهازية ضد مدى واسع من المسببات المرضية. كذلك وجد أن العناصر الدقيقة — وبخاصة الزنك والنحاس والمنجنيز — يمكن أن تقوى الجهاز المناعى النباتى. ومما يذكر أن التنشيط يبلغ أقصاه عندما تظهر العوامل البيولوجية للبقع المتحللة الموضعية.

كذلك فإن البقع المحلية ربما كانت هى التى تبدأ منها الخطوات الأولى فى المقاومة الجهازية المستحثة التى تسببها المعاملة بالأحماض الدهنية غير المشبعة فى البطاطس، وتلك التى يسببها بروتينات الـ harpin التى تنتجها بعض البكتيريا النباتية المرضة، وبيبتيدات الـ elicitin التى تنتجها بعض أنواع الجنس *Phytophthora*.

وبالإضافة إلى ما تقدم بيانه من مركبات مُحدِثة للمقاومة الجهازية المستحثة بعد تسببها فى تكوين بقع محلية متحللة فإن التركيزات غير القاتلة من بعض مبيدات الحشائش (PPO type) لها نفس التأثير (Oostendorp وآخرون ٢٠٠١).

إن المركبات التى تتكون أثناء عملية حث المقاومة الجهازية المستحثة، وتلك التى تتكون بعد اكتمالها لا ترتبط ببعضها تركيبيًّا، وتُعد بعضها مضادات ميكروبية مباشرة، بينما يحد بعضها الآخر تطور المسببات المرضية بتكوينها لعوائق أمامها. ومن الطبيعى

أن أى مركب يستحث بدء عملية المقاومة الجهازية المستحثة لا يمكن للنبات تمثيله أو إطلاقه إلا بعد تلقيه إشارة بهذا الشأن.

ومن بين العوامل agents التى يمكنها إعطاء إشارة البدء فى حث عملية المقاومة الجهازية المستحثة، ما يلى (عن Kuć ٢٠٠١).

- Fungi, bacteria, viruses, nematodes, insects
- fungal; bacterial and plant cell wall fractions, intercellular plant fluids and extracts of plants, fungi, yeasts, bacteria and insects
- potassium and sodium phosphates, ferric chloride and silica.
- glycine, glutamic acid, α-aminobutyric acid, β-aminobutyric acid, α-aminoisobutyric acid, D-phenylalanine, D-alanine and DL tryptophan
- salicylic acid, *m*-hydroxybenzoic acid, *p*-phydroxbenzoic acid, phloroglucinol, gallic acid, isovanillic acid, vanillic acid, protocatecheic acid, syringic acid and 1,3,5 benzene tricarboxylic acid.
- D-galacturonic acid, D-glucuroinic acid, glycollate, oxalic acid and polyacrylic acid.
- oleic acid, linoleic acid, linolenic acid, arachidonic acid and eicosapentaenoic acid.
- paraquat, acifluorfen, sodium chlorate, nitric oxide, reactive oxygen species.
- 2,6-dichloroisonictonic acid, benzo(1,2,3) thiadiazolel-7-carbothioic acid s-methyl ester.
- jasmonate and ethylene
- riboflavin
- probenazole and 2,2- dichloro-3,3-di-methyl cyclopropane carboxylic acid.
- dodecyl DL-alanine and dodecyl L-valine
- penanthroline and phthalocyanine metal complexes (cobalt, iron and copper)

وتتميز المركبات الكيميائية القادرة على حث تكوين مقاومة جهازية مستحثة فى النباتات بما يلى:

١– ليس لتلك المركبات قدرات مضادة للكائنات الدقيقة فى البيئات الصناعية.

٢– تحور المعاملة بتلك المركبات تفاعل النباتات مع المسببات المرضية لتحوله إلى تفاعل يشبه – مورفولوجيًا – تفاعل عدم التوافق، بما يتضمنه من آليات الدفاع التى تُستَحث إما قبل الإصابة بالمسبب المرضى، وإما بعد ذلك.

٣- توفر تلك المركبات حماية للنباتات ضد المسببات المرضية، وقد تكون تلك الحماية ضد مسبب مرضى واحد، أو ضد مدى واسع منها (عن Sticher وآخرين ١٩٩٧).

أملاح الفوسفات

من بين الأسمدة الفوسفاتية الشائعة الاستعمال السوبر فوسفات الأحادى، والسوبر فوسفات الثلاثى، وفوسفات ثنائى الأمونيوم، وفوسفات أحادى الأمونيوم، وفوسفات أحادى البوتاسيوم، وجميعها توفر أيون الفوسفات للنبات من حامض الفوسفوريك المستخدم فى إنتاج تلك الأسمدة. ويستخدم النبات الفوسفات فى كلتا الصورتين HPO_4، و H_2PO، وهما اللتان تتوفران سريعًا فى التربة من الأسمدة المضافة إليها.

وقد تبين أن رش النباتات بأملاح الفوسفات يكسبها مقاومة جهازية ضد بعض الأمراض كما يتبين من أمثلة التالية:

- وُجِدَ أن رش نباتات الطماطم بمخلوط من كل من فوسفات أحادى البوتاسيوم KH_2PO_4، وفوسفات ثنائى الصوديوم Na_2HPO_4 أحدث مقاومة جهازية فى النبات ضد الإصابة بالفطر *Sphaerotheca fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى (Reuveni وآخرون ١٩٩٣).

- تستحث مركبات الفوسفات المقاومة الجهازية فى عديد من النباتات، منها الخيار. والفاصوليا، والذرة. ويعتقد بأن خلب الكالسيوم بواسطة أيون الفوسفات عند موقع المعاملة هو الذى يعطى إشارة البدء فى المقاومة الجهازية (عن Sticher وآخرين ١٩٩٧).

- أدى رش نباتات الخيار بأملاح الفوسفات phosphate salts إلى حث تكوين مقاومة جهازية فيها ضد كل من الفطرين *Colletotrichum orbiculare* مسبب مرض الأنثراكنوز، و *Sphaerotheca fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى. وقد أظهرت النباتات المعاملة بالفوسفات تراكمًا فى حامض السلسيك، مع زيادة فى نشاط الإنزيمين ذوى العلاقة بالدفاع البنائى: الـ peroxidase، والـ polyphenoloxidase فى جميع أجزاء النبات (Orober وآخرون ١٩٩٩).

● أدى رش نباتات الخيار بـ dipotassium hydrogenophosphate (وهو: K_2HPO_4) إلى تنشيط تكوين مستوى عالٍ من المقاومة الجهازية ضد الفطر *Colletotrichum lagenarium* مسبب مرض الأنثراكنوز، وصاحبت تلك المقاومة ظهور موت موضعي لبعض خلايا الخيار بفعل ملح الفوسفات، وهو الذى تطور — فيما بعد — إلى بقع متحللة منظورة. ولقد سبق موت الخلايا تمثيل سريع لكل من الـ superoxide، والـ hydrogen peroxide، كما ظهرت — نتيجة المعاملة بالفوسفات — زيادة موضعية وجهازية فى مستوى كل من حامض السلسيلك الحر والمرتبط (Orober وآخرون ٢٠٠٢).

● أدت معاملة نباتات الطماطم والفلفل بأى من الـ acibenzolar-S-methyl بتركيز ٢ أو ٤٪ (حجم/حجم)، أو فوسفات البوتاسيوم بتركيز ٢٥ مللى مول، أو ammonium lignosulfonate بتركيز ٢٪ + ١٠ مللى مول فوسفات بوتاسيوم، ثم عدواها بالبكتيريا *Xanthomona campestris* pv. *vesicatoria* .. أدت إلى خفض إصابتهما جوهريًّا بالبقع البكتيرية (Abbasi وآخرون ٢٠٠٢).

حامض الفوسفورس وأيونات الفوسفونيت والفوسفونات

من المصطلحات الحديثة الاستخدام — نسبيًّا فى المجال الزراعى: حامض الفوسفورسphosphorus acid (وليس حامض الفوسفوريك phosphoric acid)، وأيون الفوسفيت phosphite (وليس الفوسفات phosphate)، والفوسفونيت phosphonite، والفوسفونات phosphonate. وعلى خلاف حامض الفوسفوريك الذى يحتوى على أربع ذرات أكسجين (H_3PO_4)، فإن حامض الفوسفوس (H_3PO_3) والمركبات ذات الصلة به تحتوى على ثلاث ذرات أكسجين فقط.

وبينما يعد حامض الفوسفوريك والمركبات ذات الصلة به من المغذيات النباتية؛ فجميعها أسمدة فوسفاتية، فإن حامض الفوسفورس والمركبات ذات الصلة به تقوى الجهاز المناعى النباتى ضد الإصابات الفطرية. وبذا .. فإن أى من مجموعتى المركبات لا يمكن أن تحل محل الأخرى.

وعلى الرغم من أن جـذور وأوراق النباتـات يمكنهـا امتصـاص حـامض الفوسـفورس، فإنها لا تستفيد منه كمصدر للفوسفور؛ نظرًا لبقائه ثابتًا فى النبـات علـى تلـك الصـورة. كذلك فإن مركبات حـامض الفوسـفورس تتحلـل فـى التربـة إلى صـور فوسـفورية ميسـرة للامتصاص، إلا أن تلك العملية تتم ببطء شديد لا يمكن معها الاعتماد على تلك المركبات كمصدر سمادى.

وتجدر الإشارة إلى أن الفوسفيت phosphite — الذى كثيرًا ما يسـوق علـى أنـه مغـذٍ نباتي ومصدر متميز للفوسفور — لا يفيد إطلاقًا فى هذا الشأن، لا عن طريـق إضـافته إلى التربة ولا عن طريق رش الأوراق؛ بل إنه .. وعلـى العكـس مـن ذلـك — يضـعف النمـو النباتى عند نقص الفوسفات، وذلك كما وجد من دراسـة أجريـت علـى السـبانخ (Thao وآخرون ٢٠٠٨).

يُنَشِّط أيون الفوسفيت الجهاز الدفاعى النباتى ضد الإصابات الفطرية. وكانت بدايـة اكتشاف هذا الأمر مع فطـر الفيتوفثـورا *Phytophthora* مسـبب مـرض النـدوة المتـأخرة. وحاليًا .. تلعب مركبات حامض الفوسفورس (الـ phosphite، والـ phosphonites) دورًا هامًّا كمواد فعّالة فى مقاومة الفطريات وبخاصـة مـن رتبـة Oomycota. وقـد بـدأ الأمـر بإدخال المبيدين الفطريين أليت Aliette، وفوستيل ألومنيـوم Fosetyl-Al وتلاهـم ظهـور عدة مبيدات فطرية بتفاعلات بسيطة يتحد فيها أيون الفوسفونيت مع أى من البوتاسيوم أو الصوديوم أو الألومنيوم، وتتضمن قائمـة المبيـدات التجاريـة أسمـاء مثـل ProPhyt، و Phostrol، و Phosguard (جدول ٧–١):

كذلك فإن أسمدة الترافوس (وهى أسمدة فوسفاتية قد تحتـوى — كـذلك — علـى أى من البوتاسيوم والعناصر الصغرى) تتميـز باحتوائهـا علـى فوسـفيت البوتاسـيوم؛ حيـث يعمل أيون الفوسفيت على تنشيط إنتاج الفيتوألاكسينات بالنبات؛ مما يوفر لهـا حمايـة ضد الإصابات المرضية الفطرية والبكتيرية.

جدول (٧-١): بعض المركبات التجارية التى تحتوى على حامض الفوسفورس phosphorus acid أو أملاح الفوسفيت phosphites كمواد فعالة.

المنتج التجارى	الشركة المنتجة	الدولة المنتجة	المادة الفعالة	الهوية التى يسوق بها
Aliette	Bayer Cropscience	ألمانيا	Fosetyl-Al	مبيد فطرى
Nutri-Phite	Biagro Western Sales	الولايات المتحدة	Phosphites & Organic acids	سماد
Ele-Max	Helena Chemical	الولايات المتحدة	Phosphorous acid	سماد ورقى
ProPhyt	Luxembourg-pamol	الولايات المتحدة	MonoPotassium Phosphite	مبيد فطرى جهازى
Nutrol	Lidochem	الولايات المتحدة	Potassium Phosphite	سماد ومبيد فطرى
Phostrol	NuFarm America	الولايات المتحدة	Phosphorous acid	مبيد كيميائى حيوى
Agrifos	Liquid Fert Pty (Agrichem)	الولايات المتحدة	MonoPotassium Phosphite	مبيد فطرى
Foli-fos 400	UiM Agrochemicals	أستراليا	MonoPotassium Phosphite	مبيد فطرى
Fosphite	Jh Biotech	الولايات المتحدة	MonoPotassium Phosphite	مبيد فطرى
Lexx-a-phos	Foliar Nutrients Inc	الولايات المتحدة	MonoPotassium Phosphite	مبيد فطرى
Trafos line	Tradecorp	إسبانيا	Potassium Phosphite	سماد ومحفز للدفاع
Phytos K	Valagro	إيطاليا	Potassium Phosphite	محفز حيوى
Phosfik line	Biolchim	إيطاليا	Phosphorous acid	سماد
Fosfisan, Vigorsan, etc	Agrofill	إيطاليا	Potassium Phosphite	محفز للدفاع
Geros-K	L-Gobbi	إيطاليا	Potassium Phosphite	سماد
Kalium Plus	Lebosol	ألمانيا	Potassium Phosphite	سماد
Frutoguard	Spiess Urania	المانيا	Potassium Phosphite	سماد
Foliaphos	Plantin	فرنسا	Potassium Phosphite	سماد

ومن أمثلة الحالات الأخرى التى أدت فيها المعاملة بأملاح الفوسفيت إلى حث تطوير مقاومة جهازية فى النباتات ضد بعض الأمراض، ما يلى:

● وجد أن إضافة حامض الفوسفونيك مع مياه الرى بتركيز ٤ جم من المادة الفعالة/لتر وفرت مكافحة جيدة للفطر *Bremia lactucae* مسبب مرض البياض الزغبى فى الخس استمرت لمدة ١٤ يومًا على الأقل (Wicks وآخرون ١٩٩٤).

● أعطت معاملة أوراق القلقاس بحامض الفوسفورس phosphorous acid بتركيز ١٤ مل/لتر مكافحة ممتازة للفحة الأوراق التى يسببها الفطر *Phytophthora colacasiae* (Semisi وآخرون ١٩٩٨).

● أدى رش نباتات البطاطس بحامض الفوسفونيك إلى خفض إصابة الدرنات بالفطر *Phytophthora infestans* – مسبب مرض الندوة المتأخرة – بشدة، وقد كان كافيًا – لهذا الغرض – الرش بالحامض بمعدل ٤ كجم للهكتار (١,٧ كجم للفدان) مرة واحدة فى منتصف موسم النمو أو قرب نهايته لحماية الدرنات من الإصابة بالفطر فى المخازن (Cooke & Little ٢٠٠٢).

● أفاد رش النموات الخضرية للبطاطس قبل الحصاد بحامض الفوسفورس phosphorous acid فى خفض شدة الإصابة فى الدرنات بعد الحصاد بكل من الفطرين *Phytophthora infestans* (مسبب مرض الندوة المتأخرة)، و *P. erythroseptica* (مسبب مرض العفن الوردى pink rot)، إلاّ أن المعاملة لم تكن مؤثرة فى الفطر *Pythium ultimum*، علمًا بأنه تمت عدوى الدرنات بعد الحصاد بكل من الفطريات الثلاثة (Johnson وآخرون ٢٠٠٤).

● أدى سقى الكرنب بعد يوم واحد من الشتل بمبيد الفوسفونيت الفطرى phosphonate fungicide باسم AG3 إل الحد – بشدة – من إصابتها بمرض تثألل الجذور الذى يسببه الفطر *Plasmodiophora brassicae* (Abbasi & Lazarovits ٢٠٠٦).

● أدى نقع بذور الخيار فى محلول فوسفونيت لمدة ١٠ دقائق إلى حمايتها وحماية البادرات بعد الإنبات من الإصابة بعدة أنواع من الفطر *Pythium*، منها:

P. aphanidermatum، و *P. ultimum*، و *P. irregulare*، وذلك بنسبة ٨٠٪، واستمر تأثير المعاملة حتى مع تخزين البذور لمدة وصلت إلى ١٨ شهرًا قبل زراعتها. وبعد ستة أسابيع من الزراعة كانت نسبة النباتات المتبقية ٦٣٪ في معاملة الفوسفونيت مقارنة بنسبة ١٨٪ في الكنترول (Abbasi & Lazarovits ٢٠٠٦).

● أدى استخدام المبيد FNX-100 المحتوى على الفوسفونيت phosphonate إلى مكافحة مرض عفن التاج الفيتوفثورى في الكوسة والقرع العسلي بصورة جوهرية، وكان أفضل استخدام للمبيد عن طريق "سقي" النباتات في الحقل، وليس بطريق الرش على النموات الخضرية (Yandoc-Ables وآخرون ٢٠٠٧).

أدى رش نباتات البطاطس أسبوعيًا بأيٍّ من خمسة أنواع من الفوسفونيت phosphonates، هي:

Dipotassium phosphonate-dipotassium phosphate

Potassium phosphite

Mono and dipotossium phosphorus acid

Mono- and dibasic sodium, potassium and ammonium phosphites

Aluminum tris O-ethyl phosphonate

أدى إلى خفض نسبة إصابة الدرنات بالفطر *Phytopthora infestans* — نسبيًا — عند الحصاد مقارنة بالإصابة عند معاملة الرش بالمبيد chlorathalonil، وكان هذا التأثير واضحًا — خاصة — بعد شهرين من تخزين الدرنات (Mayton وآخرون ٢٠٠٨).

هذا .. وعلى الرغم من ثبوت تصحيح أعراض واضحة لنقص الفوسفور في الموالح في كاليفورنيا بالمعاملة بفوسفيت البوتاسيوم، مع تحسن واضح في النمو وصفات الجودة .. وعلى الرغم من إنتاج سماد تجارى باسم Nutri-Phite يحتوى على فوسفيت البوتاسيوم (سائل)، فإن مركبات الفوسفيت يجب عدم استعمالها كمصدر سمادى للفوسفور إلا بحرص شديد لأنها يجب أن تستخدم في التوقيت المناسب وبالمعدلات المناسبة،وهي أمور قد لا يتم ضطبها؛ مما يؤدى إلى حدوث تسمم مع عدم سد حاجة النباتات من عنصر الفوسفور.

المبيدات كمركبات حاثة للمقاومة

تتوفر بعض الأمثلة على حث تطوير مقاومة جهازية فى النباتات ضد بعض مسببات الأمراض لدى معاملتها ببعض المبيدات.

مبيدات الحشائش

أدى نمو بادرات الكنتالوب (القاوون) فى وجود مستويات منخفضة من مبيدى الحشائش trifluralin، و acetochlor إلى حث النباتات لتطوير مقاومة ضد الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* مسبب مرض الذبول الفيوزارى. أما الطماطم فإنها طورت مقاومة ضد الفطر *F. oxysporium* f. sp. *lycopersici* لدى معاملتها بالـ trifluralin وغيره من الـ dinitroanilins، إلاّ أن الـ acetochlor لم يستحث فيها المقاومة للفطر (Starratt & Lazarovits ١٩٩٩).

المبيدات الفطرية

أظهر المبيد Pyraclostrobin (ومنه التحضيرات التجارية Carbio، و Headline) وغيره من الـ strobilurin fungicides قدرة على حماية نباتات التبغ من الإصابة بفيرس موزايك التبغ إذا ما عوملت النباتات بالمبيد قبل تعرضها للفيرس، وكذلك حماية التبغ — بنفس الطريقة — ضد الإصابة بالبكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*، كما أظهر المبيد قدرة على حماية النباتات من بعض الظروف البيئية القاسية كالجفاف وإلى استمرار احتفاظ الأوراق بلونها الأخضر لفترة أطول؛ مما يؤخر شيخوختها (Beckers & Conrath ٢٠٠٧).

الشيتين والشيتوسان

تستخلص البروتينات الشيتينية من الأغلفة الخارجية الصلبة لبعض الأحياء المائية؛ مثل الجمبرى، وسرطان البحر، وغيرهما.

كما تمكن العلماء اليابانيون من عزل إنيزم شيتينيز chitinase جديد (chitinase A) من قشور درنات اليام *Discorea opposita* (Arakane & Koga ١٩٩٩).

وقد استخدمت البروتينات الشيتينية فى تحضير مركبات تجارية مثل الشيتوسان

chitosan، وهى تكسب النباتات مقاومة ضد الإصابة بالفطريات والنيماتودا كما يستدل من الأمثلة التالية:

● وجد Evans (١٩٩٣) أن إضافة الشيتين chitin إلى التربة أفاد فى مكافحة الفطر *Plasmodiophora brassicae* مسبب مرض الجذر الصولجانى فى الكرنب الصينى.

● أكسبت معاملة البذور بالشيتوسان نباتات الطماطم مقاومة للفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* مسبب مرض عفن التاج والجذور، ولكن إضافة المركب إلى التربة — مع معاملة البذور — حققت نتائج أفضل فى مكافحة المرض وحماية البادرات (Benhamou وآخرون ١٩٩٤).

● استخدم الشيتوسان بتركيز ١٠٠—٤٠٠ ميكروجرام/مل فى المحاليل المغذية بالمزارع المائية بغرض حماية نباتات الخيار من الإصابة بفطر *Pythium aphani-dermatum* المسبب لعفن الجذور. وأكسب المركب النباتات مقاومة ضد الفطر بتحفيزه تكوين موانع فيزيائية أمام النمو الفطرى فى أنسجة الجذر، وتحفيز تكوين النبات للإنزيمات المضادة للفطريات: Chitinase، و Chitosanase، و β-1,3-glucanase فى كل من الجذور والأوراق (El-Ghaouth وآخرون ١٩٩٤).

● أدت معاملة جذور الجزر بالشيتوسان بتركيز ٢٪ أو ٤٪ إلى الحد — بشدة — من إصابتها بالفطر *Sclerotinia sclerotiorum* (Cheah وآخرون ١٩٩٧).

● أدت معاملة التربة بالشيتين chitin قبل زراعة الكرفس إلى تقليل إصابته بالذبول الفيوزارى. هذا بينما لم يؤثر غمس الجذور فى الشيتوسان chitosan على شدة الإصابة إلاّ عندما أجريت على صنف متحمل للمرض. ولقد أدت معاملة التربة بالشيتين إلى زيادة أعداد البكتيريا، والأكتينوميسيتات actinomycets بها. وتجدر الإشارة إلى أنه لا إضافة الشيتين إلى التربة ولا غمس جذور الشتلات فى الشيتوسان قلل من تواجد الفطر *Fusarium oxysporum* بالتربة، إلا إنه لم يعرف — على وجه التحديد — تأثير كلتا المعاملتين على تواجد الفطر *F. oxysporum* f. sp. *apii* (Bell وآخرون ١٩٩٨).

● أدت معاملة الطماطم بالشيتوسان chitosan — رشًا — إلى الحد من إصابتها بالفطر

Phytopthora infestans، كما أدت معاملتهـا مـع مـاء الـرى إلى حمايتهـا مـن الإصـابة بالذبول الفيوزارى. ولقد أظهرت الدراسات أن معاملة الشيتوسان حثّت بشدة زيـادة فـى نشاط الـ chitinase والـ β-1,3-glucanse (Oh وآخرون ١٩٩٨).

● أحـدث رش نباتـات الطمـاطم أو معاملـة التربـة بـأى مـن الـ chitosan، أو الـ chitosan hydrolysate، أو menadione sodium bisulfate مقاومة جهازية فى النباتات وفرت لها حماية من الإصابة بـالفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* مسـبب مرض الذبول (Paz-Lago وآخرون ٢٠٠٠).

السيليكون

يلعب السيليكون دورًا هامًا فى حث النباتات على تطوير مقاومة جهازيـة فيهـا ضـد مسببات الأمراض كما يتبين من الأمثلة التالية:

● وجد أن معاملة الخيار والتبغ بأكسيد السيليكون SiO2 تستحث المقاومة الجهازية التى تظهر فى صورة زيادة فى نشاط إنزيمات الشيتينيز، والـ β-1,3-glucamase، والـ peroxidase، والـ polyphenoloxidase (عن Sticher وآخرين ١٩٩٧).

● أدت معاملة نباتات الخيار بالسيليكون إلى تحفيز نشاطها المضاد للفطريات والـذى تمثَّل فى تمثيل مركبات ذات وزن جزيئى مـنخفض، كـان إحـداها فيتوألاكسـين عُـرِّف بأنـــه: rhamnetin aglycone flavonol (وهـــو 2,5',3',4',-tetrahydroxy-7-O-methoxylfavone)، المعروف عنه أنه يفيد فى مكافحة بعـض الأمـراض، مثـل البيـاض الدقيقى (Fawe وآخرون ١٩٩٨).

● كذلك تُحدث المعاملة بالسيليكون تغيرات تركيبية مجهرية وكيميائية تُكسب نبات الأرز مقاومـة ضـد الفطـر *Magnaporthe grisea* مسـبب مـرض العصـفة (Rodrigues وآخرون ٢٠٠٣).

● تلعب المعاملة بالسيليكون دورًا نشطًا فى الحماية من الإصابة بالبياض الـدقيقى — تبين ذلك واضحًا لدى معاملة القمح بالسيليكون على صورة سـيليكات الكالسـيوم حيـث وفـر لهـا حمايـة مـن الإصـابة بـالفطر *Blumeria graminis* f. sp.*tritici* مسـبب مـرض

البياض الدقيقى، ظهر على صورة نقص فى مدى اختراق واستعمار الفطر لخلايا البشرة وكان ذلك مصاحبًا بتكوين الـ papilla وإنتاج الكالوز وبعض الفينولات الجليكوسيدية (Bélanger وآخرون ٢٠٠٣).

● أدت معاملة الكنتالوب بالسيليكون بتركيز ١٠٠ مللى مول فى صورة سيليكات الصوديوم إلى حماية الثمار من الإصابة بالفطر *Trichothecium roseum* المسبب لعفن الثمار، وكان ذلك مصاحبًا بإنتاج عائلتين من الإنزيمات ذات الصلة بالدفاع النباتى، وهما: البيروكسيديز peroxidase، والشيتينيز chitinase (Bi وآخرون ٢٠٠٦).

● أدى إمداد نباتات الأسبرجس بالسيليكون إلى تثبيط إصابتها بالفطر *Phomopsis asparagi* — مسبب مرض لفحة الساق — بصورة جوهرية، وصاحب ذلك تراكم للسيليكون فى جذور الأسبرجس ونمواته الهوائية، مع زيادة فى نشاط إنزيمات الـ catalase، والـ peroxidase، والـ polyphenoloxidase، والـ β-1,3-glucanase فى النباتات التى تمت عدواها بالفطر (Lu وآخرون ٢٠٠٨).

● تفيد المعاملة بالسيليكون بتركيز ٢ مللى مول كثيرًا فى حماية الأرز من الإصابة بالفطر *Magnaporthe grisea* مسبب مرض العصفة، وتزداد الحماية التى توفرها المعاملة فى التركيب الوراثى المقاوم عما فى التركيب الوراثى القابل للإصابة لدى مقارنة السلالات ذات الأصول الوراثية المتماثلة التى تختلف فى المقاومة. وبينما لم تؤثر المعاملة بالسيليكون — وحدها — فى محتوى اللجنين بالأرز أو فى نشاط الإنزيمات ذات العلاقة بالدفاع مثل البيروكسيديز peroxidase، والبولى فينول أوكسيديز polyphenol oxidase، وفينيل آلانين أمونيا لاييز phenylalamine ammonia-lyase، فإن تلك المعاملة أدت — بعد العدوى بالفطر *M. grisea* — إلى إحداث زيادة جوهرية فى نشاط تلك الإنزيمات بالأوراق فى كلا التركيبين الوراثيين للأرز، وإلى ازدياد محتوى اللجنين بالأوراق، حيث ترسب بالـ papilla على الخلايا الحارسة للثغور وبالـ dumbbell bodies بالأوراق (Cai وآخرون ٢٠٠٨).

المركبات النشطة فى الأكسدة

أدت معاملة نباتات الطماطم بالمركب o-hydroxyethylorutin إلى إحداث زيادة

بمقدار الضعف – تقريبًا – فى محتوى النبات من مركب فوق أكسيد الأيدروجين، وكان ذلك مصاحبًا بتقييد لإصابة الأوراق بالفطر *Botrytis cinerea* (Malolepsza & Urbanek ٢٠٠٠).

كما أدت معاملة النباتات بالمركب التجارى Oxycom – الذى يحتوى على أكسجين نشط (إنتاج Redox Chemicals – أيداهو – الولايات المتحدة الأمريكية) – إلى حمايتها من الإصابة بعديد من المسببات المرضية كالبثيم *Pythium* ومسببات أمراض البياض الزغبى والبياض الدقيقى؛ هذا .. على الرغم من أن هذا المركب لم يكن له تأثير يذكر على تلك المسببات فى المعمل عندما عُومِلت به بتركيزات مماثلة لتلك الموصى بها تحت ظروف الحقل. ولقد نشَّطت المعاملة بهذا المنتج نباتات الفاصوليا لإنتاج الإنزيمات المسئولة عن أيض الفينولات (مثل: الـ phenylalamine ammonia lyase، والـ chalcone synthase، والـ peroxidases)، والبروتينات المسئولة عن تقوية الجدر الخلوية، مثل الـ: hydroxyproline-rich glycoproteins (Kim وآخرون ٢٠٠١).

ويُعد المنتج التجارى Oxycom TM – وهو خليط من سماد مع مُوَلِّد نشط للأكسجين – حاثًّا للمقاومة. ويكون فعل هذا المركب بالأساس على الفطريات؛ حيث يستحث فى النباتات الجينات ذات العلاقة بالمقاومة للفطريات، والتى تشفر لتمثيل البروتينات ذات العلاقة بأيض المركبات الفينولية وتقوية جدر الخلايا النباتية (Hammerschmidt وآخرون ٢٠٠١).

الفيتامينات

إن المعاملة بالفيتامينات، مثل: الـ menadione sodium bisulphite (اختصارًا: MSB)، والـ roseflavin، والـ riboflavin تؤدى إلى تحفيز نشاط المقاومة النباتية ضد عديد من مسببات الأمراض. وعلى سبيل المثال .. أكسبت المعاملة بالـ MSB نباتات الموز مقاومة ضد مرض بنما، ونباتات لفت الزيت مقاومة ضد تقرح فوما الذى يسببه الفطر *Leptosphaeria maculans* (عن Pushpalatha وآخرين ٢٠٠٧).

وقد درس Pushapalatha وآخرون (٢٠٠٧) تأثير معاملة نباتات الدخُن اللؤلؤى

pearl millet (وهو *Pennisetum glaucum*) بعدد من الفيتامينات، ووجد أن نقع البذور لمدة ٦ ساعات فى محلول بتركيز ٢٠ مللى مول من أى من الفيتامينات: pyridoxine، و folic acid، و riboflavin، و niacin، و D-biotin، و menadione sodium bisulphite (اختصارًا: MSB) أدى إلى إسراع الإنبات، وزيادة قوة نمو البادرات، وزيادة المقاومة — جوهريًا — للبياض الزغبى الذى يسببه الفطر *Sclerospora graminicola*. وقد أعطى المركب MSB ٧٣٪ حماية، وتلاه كلاً من النياسين والريبوفلافين اللذان أعطيا ٦٣٪، و ٦٢٪ حماية، على التوالى. ولم يكن لخلط تلك الفيتامينات معًا تأثير إضافى على مكافحة البياض الزغبى. ولم يختلف تأثير رش النموات الخضرية بنفس التركيز من تلك الفيتامينات عن تأثير معاملة نقع البذور. وكان تأثير معاملة نقع البذور فى مقاومة المرض أعلاه قبل اليوم الرابع من العدوى بالفطر *S. graminicola* واستمر التأثير إلى نهاية فترة نمو المحصول.

الأحماض الدهنية غير المشبعة

تبين أن معاملة البطاطس ببعض الأحماض الدهنية غير المشبعة المؤكسدة، مثل الأحماض: arachidonic، و linolenic، و linoleic، و oleic تستحث تكوين مقاومة جهازية ضد الفطر *Pythophthora infestans* (عن Sticher وآخرين ١٩٩٧).

مستخلصات الطحالب البحرية

أدت معاملة نباتات الجزر بمستخلص الطحلب البحرى *Ascophyllum nodosum* إلى حمايتها من الإصابة بكل من الفطرين *Alternaria radicina*، و *Botrytis cinerea*، وكانت هذه الحماية أقوى من تلك التى وفرتها المعاملة بحامض السلسيلك. وقد صاحبت الحماية ما يلى:

١– زيادة فى نشاط الإنزيمات ذات العلاقة بالدفاع النباتى:

Peroxidase

Polyphenoloxidase

Phenylalanine ammania lyase

Chitinase

β-1,3-glucanase

٢- زيـادة فـى تمثيـل البروتينـات: PR-1، و Ltp، و Pal، و NPR-1، و PR-5 (Jayarj وآخرون ٢٠٠٨).

الأوكسينات

تظهر أعراض الإصابة بالجرب العـادى علـى درنـات البطـاطس بعـد تمثيـل المركـب السام thaxtomin A بواسطة المسبب المرضى *Streptomyces* spp. لدى إصابته للـدرنات. وقد وجد أن معاملة نباتات البطاطس بأعلى تركيـز غـير سـام مـن الــ 2,4-D يـؤدى إلى زيادة تحمل الدرنات للـ thaxtomin A؛ ومن ثم إلى منع ظهور أعراض الجـرب العـادى عليها، وذلك على الرغم من أن المعاملة بالأوكسين لم تغير من نمـو المسـبب المرضـى فـى البيئة الصناعية. وقد بدا أن هذا التأثير للأوكسين يمثل طريقة جديدة غير مباشـرة لمنـع تطور أعراض الإصابة المرضية (Tegg وآخرون ٢٠٠٨).

حامض السلسيلك

أسلفنا الإشارة فى الفصل السادس إلى بعض معاملات حـامض السلسـيلك وعـن دوره فى تطوير المقاومة الجهازية المستحثة بيولوجيًّا، ونذكر فيما يلى مزيـدًا مـن الأمثلـة فـى هذا الشأن:

- أدت معاملـة البطـاطس بــ acetylsalicylic acid بتركيـزات تراوحـت بـين ٠,٠١٢٥٪، و ٠,٠٥٪ إلى حمايـة الـدرنات مـن الإصـابة بـالعفن الطـرى الـذى تسـببه البكتيريا *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* (López-López وآخرون ١٩٩٥).

- أحدث رش الطماطم بأى من الأسبرين أو حامض السلسيلك بتركيز ٢,٥ مللى مـول مقاومة جهازية، وخفضت المعاملة جوهريًّا مـن شـدة إصـابة النباتـات ببكتيريـا الـذبول البكتيرى *Ralstonia solanacearum* (Abdel-Said وآخرون ١٩٩٦).

- أحدثت معاملـة البسـلة بحـامض السلسـليك salicylic acid — رشًّا علـى الأوراق

بتركيز ١,٥ مللى مول – مقاومة جهازية ضد فطر البياض الدقيقى دامت ١٣ يومًا بعد المعاملة، وظهرت على كل من الأوراق الأعلى والأوراق الأسفل من الأوراق المعاملة، علمًا بأن هذا التركيز من الحامض لم يُحدث أى ضرر بنباتات البسلة. وأدى قطع الأوراق المعاملة بعد يوم واحد من المعاملة إلى منع ظهور المقاومة الجهازية بصورة تامة (Frey & Carver ١٩٩٨).

● أدى غمس درنات تقاوى البطاطس فى محلول من الـ acetylsalicylic acid (الأسبرين) بتركيز ٠,٠١٢٥٪ (وزن/جم) فى pH = ٧ قبل زراعتها – ومع ريها بماء ملوث بالبكتيريا *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* إلى خفض إصابتها – جوهريًّا – بالعفن الطرى (López وآخرون ٢٠٠١).

آى إن أى INA

كان المركب 2,6-dichloroisonictonic acid مع الـ methyl ester الخاص به (يعرفان معًا باسم INA) هما أول المركبات الكيميائية المصنعة التى أظهرت قدرة على إحداث استجابات دفاعية فى النباتات ضد المسببات المرضية الفطرية والبكتيرية الرئيسية.

وأعقب ذلك ظهور مركب آخر محضر صناعيًّا هو acibenzolar-S-methyl (اختصارًا: BTH، وهو موضوع العنوان التالى) كان أوسع تأثيرًا من INA فى حث تكوين مقاومة جهازية ضد مدى واسع من المسببات المرضية فى النباتات. وعلى خلاف الـ INA – الذى لم تكن النباتات ذات قدرة عالية على تحمله – فإن النباتات أظهرت قدرة عالية على تحمل الـ BTH. ولذا .. تم إدخال هذا المركب فى الزراعة كمنشط نباتى تحت الأسماء التجارية Bion، و Actigard، و Boost (Beckers & Corath ٢٠٠٧).

وكان قد وجد أن المعاملة بالـ INA تستحث نباتات الخيار لمقاومة الفطر *Sphaerotheca fuliginea*، وتكفى المعاملة كل أسبوعين بتركيز ٠,٥ جزءًا فى المليون لتحقيق مكافحة تامة للمرض فى الأصناف المقاومة جزئيًّا، بينما تلزم زيادة التركيز إلى ٦ أجزاء فى المليون ليمكن مكافحة المرض فى الأصناف القابلة للإصابة به (Hijwegen & Verhaar ١٩٩٥).

كذلك وجد أن معاملة نباتات البطاطس بأى من المركبات acetylsalicylic acid (اختصارًا: ASA) بتركيز ٤٠٠ جزء فى المليون، أو 2,6-dichloroisonicotinic acid (اختصارًا: INA)، أو benzothiadiadiazole (اختصارًا: BTH) بتركيز ٥٠ جزءًا فى المليون .. أدت إلى حمايتها من الإصابة بكل من البياض الدقيقى والندوة المبكرة، وكان ذلك مصاحبًا بزيادة كبيرة فى نشاط إنزيمات الجلوكانيز. وفى المقابل لم تكن لتلك المعاملات تأثيرًا على خفض إصابة الدرنات بمرض عفن الفيوزاريم الجاف بعد الحصاد (Sydney Postharvest Laboratory Information Sheet — الإنترنت — ٢٠٠٧).

وتجدر الإشارة إلى أن المبيد الحشرى imidecloprid له تركيب بنائى شبيه بالـ INA، وهو يُهيئ النباتات للحماية من عوامل الشدّ البيئى والإصابات الحشرية (Beckers & Conrath ٢٠٠٧).

مشتقات الـ بى تى إتش BTH، والـ أى إس إم ASM

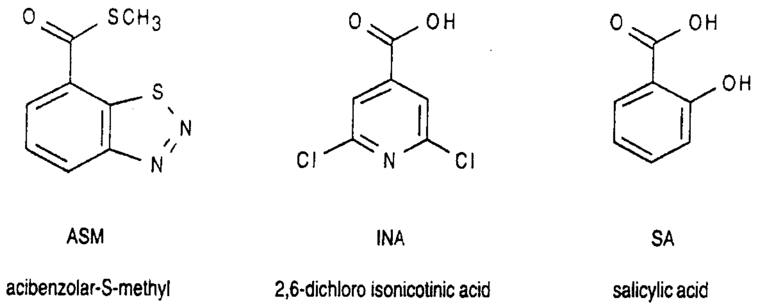
اكتشفت مجموعتين من المركبات الكيميائية التى يمكنها محاكاة النشاط البيولوجى الذى يحدث خلال تكوين المقاومة الجهازية المستحثة فى النباتات بواسطة المسببات المرضية المحدثة للتحللات necrogenic pathogens، وهما:

١- الـ 2,6,dichloro isonicotinic acid (اختصارًا: INA) ومشتقاته وقد أسلفنا الإشارة إليه، وهو يتشابه فى تركيبه البنائى مع تركيب حامض السلسيلك (شكل ٧-١).

٢- مشتقات الـ benzo[1,2,3] thiadiazole (اختصارًا: BTH) وأهمها S-methylbenzo[1,2,3] thiadiazole-7-carbothiate الذى يعرف اختصارًا بالإسم acibenzolar-S-methyl (اختصارًا: ASM، وتجاوزًا: BTH) (شكل ٧-٢)، والذى حُضِّرت منه أول المركبات التجارية Bion، و Actigard، و Boost.

هذه المركبات ليس لها أى تأثير مضاد للميكروبات فى البيئات الصناعية، ولكنها تُنشِّط مقاومة ضد مدى واسع من المسببات المرضية، مماثلة لما تحدثه المستحثات البيولوجية عندما تتسبب فى المقاومة الجهازية المستحثة. وعلى المستوى الجزيئى، فإن هذه المركبات الكيميائية تستحث نفس الجينات التى تُستحث فى حالة المقاومة

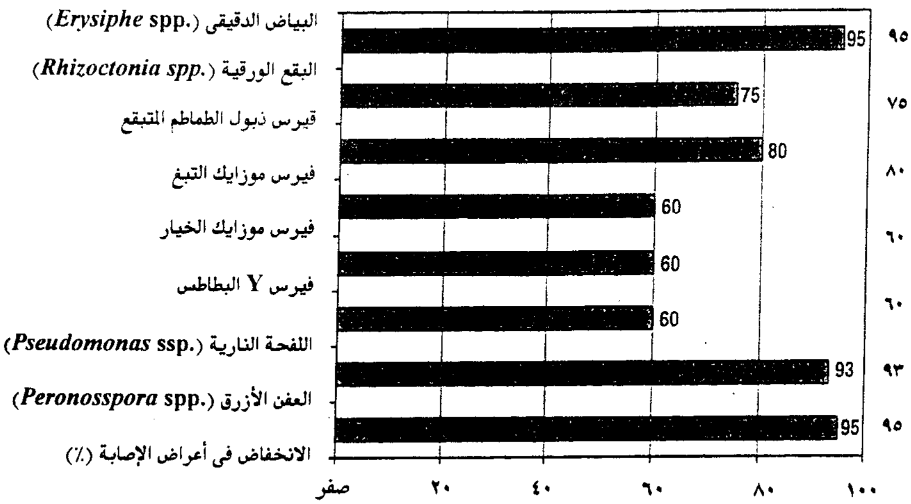
الجهازية المستحثة بواسطة المستحثات البيولوجية. هذا علمًا بأن كلا المركبين يعملان كمشابهات فعَّالة لحامض السلسيلك فى مسارات المقاومة الجهازية المستحثة.



شكل (٧-١): المنشطات الكيميائية للمقاومة الجهازية المستحثة فى النباتات، علمًا بأن الـ ASM يشتق من benzothiadiazole (وهو الذى يعرف اختصارًا باسم BTH)، وأن حامض السلسيلك هو مركب يتواجد طبيعيًا فى النباتات.

يُنَشِّط المركب التجارى Bion المقاومة النباتية فى عديد من المحاصيل ضد عديد من الأمراض وبعض الآفات، ويستمر تأثيره لفترة، كما يكون أشد وضوحًا فى ذوات الفلقة الواحدة حيث يدوم تأثيره فيها لفترة طويلة عما فى ذوات الفلقتين. ولقد نجح استعماله — على سبيل المثال — فى مكافحة الذبابة البيضاء. ينتقل الـ Bion جهازيًّا فى النبات ويمكن أن يأخذ مكان حامض السلسيلك فى المسار العادى لحث المقاومة الجهازية، ويستحث نفس المدى من المقاومات.

إن من أبرز سمات المقاومة المستحثة بواسطة ASM (أو BTH) أنها تبقى فعالة لمدة طويلة، بينما لا تدوم فاعلية معظم المبيدات لأكثر من أسبوع أو أسبوعين، كما أنها تكسب النباتات مقاومة ضد مدى واسع من المسببات المرضية الفطرية والبكتيرية والفيروسية (شكل ٧-٢، وجدول ٧-٢). وتجدر الإشارة إلى الحماية التى توفرها تلك الكيماويات من الإصابة بالـ peronospora blue mold فى التبغ وهى المكافحة التى لا تتحقق بأى من المبيدات، فضلاً عن تطوير الفطر المسبب للمرض لمقاومة مضادة لعديد من المبيدات المؤثرة (Oostendorp وآخرون ٢٠٠١، و Louws وآخرون ٢٠٠١).



شكل (٧-٢): تنشيط المقاومة الجهازية المستحثة فى التبغ ضد مدى واسع من المسببات المرضـية بالمعاملة بالـ Bion أو الـ Actigard بمعدل ١٢-٣٧ جم من المادة الفعالـة acibenzolalar-S-methyl للهكتار (٥-١٥ جم للفدان) (عن Oostendorp وآخرين ٢٠٠١).

جدول (٧-٢): أمثلة للمقاومات التى حدثت ضد مجاميع مختلفة من المسببات المرضية والآفـات لدى معاملة بعض المحاصيل بالمركـب acibenzolar-S-methyl (عـن Oostendorp وآخـرين ٢٠٠١).

المحصول	بكتيريا	فيروسات	فطريات	حشرات	نيماتودا
النجيليات			✓		
الأرز	✓		✓		
التبغ	✓	✓	✓		
البطاطس		✓		✓	
الطماطم	✓	✓	✓	✓	
الخضروات	✓	✓	✓	✓	
التفاحيات	✓		✓		
الفاكهة ذات النواة الحجرية	✓				
المانجو	✓		✓		
الحمضيات	✓	✓	✓		
العنب			✓		✓
الموز			✓		✓

✓ = تنشيط المقاومة فى تجارب حقلية.

ونجد فى نباتات القمح المنشطة بالمعاملة بالـ acibenzolar-S-methyl أن المقاومة ضد الإصابة بالبياض الدقيقى تحدث بتفاعلات فرط الحساسية وبالتكوين الأسرع للـ papillae عند المواقع التى يحاول فيها الفطر اختراق النسيج النباتى. وتستمر المقاومة حتى فى حالة نجاح الاختراق إلى حين محاولة تكوين الفطر للممصات الثانوية؛ بما يعنى تنشيط المركب لعدة آليات للمقاومة.

وفى الأرز تعطى المعاملة بالـ ASM بمعدلات منخفضة فى طور البادرة مقاومة ضد العصفة تستمر مع النباتات إلى حين تكوين النورة الزهرية.

وعمومًا يبدو أن المقاومة التى توفرها المعاملة بالـ ASM فى ذوات الفلقة الواحدة تدوم لفترة أطول مما يحدث فى ذوات الفلقتين.

وتجدر الإشارة إلى أن المقاومة التى توفرها المعاملة بالـ ASM ضد مسبب مرضى معين فى عائل ما لا تعنى أن يمكن توفيرها تلقائيًا فى عوائل أخرى؛ فالأمر يتوقف — كذلك — على العائل (عن Oostendorp وآخرين ٢٠٠١).

يتوفر المركب الحاث للمقاومة الجهازية فى النباتات acibenzolar-S-methyl تحت الاسمين التجاريين Actigard (فى الولايات المتحدة)، و Bion (فى أوروبا) وكلاهما من إنتاج سنجنتا، وقد استخداما فى دراسات عديدة نذكر منها ما يلى:

● أدى رش نباتات الطماطم بالمركب المخلق Benzo-(1,2,3)-thiadiazole-7-carbothioic acid methyl ester (اختصارًا: BTH) إلى إكسابها مقاومة ضد الإصابة بالفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (Benhamou & Bélanger ١٩٩٨).

● أدت معاملة نباتات الخيار بأى من الـ acibenzolar-S-methyl أو حامض السلسيلك إلى حمايتها من الإصابة بالفطر *Cladosporium cucumerinum* مسبب مرض الجرب، مع تراكم الشيتينيز جهازيًا فى حالة المعاملة بالـ acibenzolar-S-methyl، وتراكمه فى الأوراق المعاملة — فقط — فى حالة المعاملة بحامض السلسيلك. كذلك تراكم الشيتينيز استجابة للعدوى بالفطر، وحدث التراكم بصورة أسرع فى النباتات التى كانت قد سبقت معاملتها بالـ acibenzolar-S-methyl عن تلك التى كانت قد سبقت معاملتها

بحامض السلسيلك أو بالماء. ويعنى ذلك أن المعاملة بالـ acibenzolar-S-methyl تعطى إشارة لحث تطوير مقاومة جهازية فى النبات، بينما تستحث المعاملة بحامض السلسيلك تطوير المقاومة الموضعية فقط (Narusaka وآخرون ١٩٩٩).

● أظهرت الدراسات أن معاملة الطماطم بالمركب acibebzolar-S-methyl يستحث فيها مقاومة جهازية ضد كل من البكتيريا *Xanthomonas axonopodis* pv.*vesicotoria* مسبب مرض التبقع البكتيرى، والبكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* مسبب مرض النقط البكتيرية bacterial speck، وكانت المكافحة المتحصل عليها مماثلة للمكافحة التى يوفرها برنامج قياسي للرش بالمبيدات النحاسية أو أفضل منها (Louws وآخرون ٢٠٠١).

● أدت معاملة الفلفل بالتحضير التجارى المنشط للنمو Actigard الذى يحتوى على المركب acibenzolar-S-methyl إلى حمايتها من الإصابة بالبكتيريا *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* المسببة لمرض البقع البكتيرية. وتحت ظروف الحقل.. أدت المعاملة بالـ ABM كل أسبوعين إلى مكافحة المرض بدرجة مماثلة للمكافحة التى تتحقق باستعمال النحاس مع المانيب (Romero وآخرون ٢٠٠١).

توفر المعاملة بالـ Bion بمعدل ٣٠ جم مادة فعالة للهكتار (١٢,٥ جم مادة فعالة/فدان) حماية للقمح ضد الإصابة بالبياض الدقيقى لمدة ١٠ أسابيع، ولكن مع ضرورة إجراء المعاملة قبل حدوث أية إصابة، لأنها لا تؤثر فى الإصابة الموجودة بالفعل. وعلى الرغم من أن المعاملة بخليط من المبيدين propiconazole، و fenpropidin تعطى مكافحة أفضل فى البداية عن المعاملة بالـ Bion، فإن معاملة الـ Bion تبقى فعالة لفترة أطول. كما أن المعاملة المشتركة بالـ Bion مع تركيز منخفض من أحد المبيدات الفطرية يعطى أفضل النتائج (Oostendorp وآخرون ٢٠٠١).

● أحدث رش نباتات القنبيط بالمركب acibenzolar بتركيز ٢٠ جزء فى المليون قبل الإصابة بالفطر *Peronospora parasitica* إلى حث تكوين مقاومة جهازية ضد الفطر انتقلت إلى العقد التى توجد أعلى وأسفل الورقة المعاملة، واستمرت فاعلية المقاومة الجهازية لمدة ٢٨ يومًا (Sharma ٢٠٠٢).

• أدت معاملة الطماطم بمنشط النمو النباتى Actigard إلى خفض إصابتها بالأنثراكنوز والتبقع البكتيرى، مع زيادة المحصول الصالح للتسويق (Abbasi وآخرون ٢٠٠٢).

• تؤدى معاملة الفلفل بالمنشط النباتى Actigard الذى يحتوى على المركب Acibenzolar-S-methyl إلى حماية النباتات من الإصابة بالفطر *Phytophthora capsici* مسبب مرض لفحة فيتوفثورا (Matheron & Porchas ٢٠٠٢).

• أدت معاملة الطماطم بمنشط النمو Actigard إلى تقليل شدة إصابتها بالأمراض بما فى ذلك خفض أعراض إصابات الثمار بالبقع البكتيرية والأنثراكنوز، مع زيادة محصول الثمار الصالحة للتسويق (Abbasi وآخرون ٢٠٠٢).

• أدى رش نباتات الفلفل أربع مرات بالـ Actigard بتركيز ٧٥ ميكروجرام/مل إلى الحد من إصابتها بالفطر *Phytophthora capsici* مسبب مرض عفن الجذر والتاج الفيتوفثورى بدرجة وصلت إلى ٩٧٪ (Matheron & Porchas ٢٠٠٢).

• أحدثت المعاملة المتكررة بالـ acibenzolar-S-methyl (٦–٧ مرات كل ٨–١٢ يومًا) بتركيز ٣٠٠ ميكرومول مقاومة جهازية فى الفلفل ضد الإصابة بالبكتيريا *Xanthomonas vesicatoria* مسبب مرض البقع البكتيرية (Buonaurio وآخرون ٢٠٠٢).

• أدت معاملة التربة أو بذور الفاصوليا بالمركب acibenzolar-S-methyl (وهو: benzo(1,2,3) thiadiazole-7-carbothioic acid-S-methyl ester) بمعدل ١ مجم/كجم إلى حماية الفاصوليا من الإصابة بالفطر *Colletotrichum lindemuthianum* مسبب مرض الأنثراكنوز، وذلك فى كل من الأصناف القابلة للإصابة بالفطر والمتوسطة المقاومة (Bigirimana & Hofte ٢٠٠٢).

• تفيد المعاملة بأى من الـ acibenzolar-S-methyl، أو الشيتوسان chitosan، أو الـ fosetyl-Al فى مكافحة الفطر *Phytophthora cactorum* مسبب مرض عفن التاج فى الفراولة (Eikemo وآخرون ٢٠٠٣).

• تؤدى معاملة نباتات الفلفل الحاملة لجين المقاومة الرأسية (R) للبكتيريا

Xanthomonas axonopodis pv. *vesicatoria* – مسبب مرض البقع البكتيرية – بمنشط الجهاز الدفاعى acibenzolar-S-methyl قبل حقنها بالبكتيريا المرضة إلى تأخير حدوث أى تغيرات طفرية فى السلالة البكتيرية بسبب صِغَر حجم عشيرة المسبب المرضى؛ بما يعنى زيادة فترة بقاء جينات المقاومة الرأسية الرئيسية فعالة (Romero & Ritchie ٢٠٠٤).

● أدت معاملة نباتات الطماطم بالمركب Acibenzolar-S-methyl (المنتج التجارى Actigard 50 WG) – وهو مركب ينشط ويستحث النظام الدفاعى المكتسب فى النباتات – إلى حمايتها من الإصابة ببكتيريا الذبول *Ralstonia solanacearum* تحت ظروف العدوى بها بتركيز منخفض (Hacisalihoglu وآخرون ٢٠٠٧).

● أدت معاملة نباتات الكنتالوب بأى من: acibenzolar-S-methyl، أو potassium silicate، أو salicylic acid إلى حثها إلى تطوير مقاومة جهازية ظهرت على صورة زيادة فى نشاط إنزيمات الشيتينيز chitinase، والبيروكسديز peroxidase، كما كانت أمراض ما بعد الحصاد أقل جوهريًّا مما فى ثمار نباتات الكنترول (McConchie وآخرون ٢٠٠٧).

● أدى رش أوراق الطماطم بأى من منشط النمو acibenzolar-S-methyl (المركب التجارى Bion بتركيز ٠,٢ جم/لتر)، أو بمعلق الشيتوسان المتحصل عليه من ميسيليوم الفطر *Crinipellis pemiciosa* إلى حمايتها – بدرجة عالية – من الإصابة بالبكتيريا *Xanthomonas vesicatoria* مسبب مرض البقع الورقية. وقد صاحبت المقاومة المستحثة للبكتيريا المرضة زيادة معنوية فى نشاط كل من البيروكسيديز والبولى فينول أوكسيديز والشيتينيز والفينيل آلانين أمونيا لاييز. وعند عدوى النباتات بالبكتيريا المرضة ازداد – كذلك – ترسيب اللجنين (Cavalcanti وآخرون ٢٠٠٧).

● أعطت المعاملة بمنشط النمو النباتى acibenzolar-S-methyl – وحدها – خفضًا قدره ٥٠٪ فى شدة الإصابة بالبكتيريا *Xanthomonas axonopodis* pv. *allii* مسبب مرض لفحة أوراق زانثومونس فى البصل، كما أعطت المعاملة الأسبوعية أو كل أسبوعين بالبكتيروفاجات bacteriophages خفضًا فى شدة الإصابة بالمرض بلغ ٢٦٪–٥٠٪، وكان ذلك مماثلاً للمكافحة بالرش الأسبوعى بأيدروكسيد النحاس مع المانكوزب. وبذا ..

يُعتقد بأن المكافحة المشتركة بكل من الـ acibenzolar-S-methyl والبكتيروفاجات يمكن أن تقدم بديلاً جيدًا لمكافحة المرض فى البصل عوضًا عن المعاملة بالمركبات النحاسية مع مركبات الـ ethylenebisdithiocarbamates (Lang وآخرون ٢٠٠٧).

● لم تكن لمعاملة نقع ثمار الكنتالوب – بعد الحصاد – فى محلول الـ BTH فائدة فى حمايتها من الإصابة بالفطر *Fusarium pallidoroseum* الذى يسبب عفنًا بالثمار، أو فى تحفيز أى نشاط إنزيمى مضاد للإصابة بالفطر، إلا أن إجراء المعاملة فى وقت مبكر من النمو النباتى قبل الإزهار أدى إلى حث تكوين استجابات دفاعية فى النبات تمثلت فى زيادة لجننة الأنسجة النباتية وفى نشاط الإنزيمات ذات العلاقة بالنظام الدفاعى، وذلك مقارنة بما حدث فى معاملة الشاهد (Gondim وآخرون ٢٠٠٨).

● أدت المعاملة المزدوجة بكل من *Pseudomonas fluorescens* والمنشط النباتى acibenzolar-S-methyl إلى تحقيق مقاومة جيدة للبكتيريا *Xanthomonas vesicatoria* pv. *vesicatoria* مسبب مرض التبقع البكتيرى فى الطماطم (Abo-Elyousr & El-Hendawy ٢٠٠٨).

● أحدثت المعاملة بالـ benzothiadiazole (اختصارًا: BTH) – منفردة أو مع مُنتج يحتوى على بكتيريا محيط جذرى منشطة للنمو – خفضًا واضحًا فى إصابة الطماطم بمرض النقط البكتيرية الذى تسببه البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*. كذلك أدت المعاملة بالـ BTH إلى ارتفاع فى مستويات الاستجابات التى تنظمها كلا من حامض السلسيلك والإثيلين. وبالمقارنة .. فإن المعاملة بالمنتج البكتيرى منفردًا لم تُعط مكافحة جيدة مماثلة لتلك التى أعطتها المعاملة بالـ BTH منفردًا. هذا .. ولم يلاحظ وجود أى تضاد بين المنشطين حيث كانت مقاومة المرض عند المعاملة بهما معًا مماثلة للمعاملة بالـ BTH فقط أو أفضل منها (Herman وآخرون ٢٠٠٨).

● أدت المعاملة بمعدلات منخفضة من الـ acibenzolar-S-methyl (٢,٢ أو ١,١ جم مادة فعالة للهكتار) إلى زيادة كفاءة المبيدات المستخدمة فى مكافحة مرض البياض الزغبى الذى يسببه الفطر *Peronospora tabacina* فى التبغ، وتماثلت تلك المعاملة فى

تأثيرها مع تأثير المعاملة بالـ acibenzolar-S-methyl – فقط – بمعدل ١٧,٥ جم مادة فعالة/هكتار (LaMondia ٢٠٠٨).

- كذلك أدى الجمع بين المعاملة بكل من الـ acibenzolar-S-methyl والمبيد الحشرى imidacloprid إلى خفض معدلات إصابة التبغ بفيرس ذبول الطماطم المتبقع الذى ينقله التربس (Nischwitz وآخرون ٢٠٠٨).

الـ بى أى بى أى BABA

مدى التأثير

أظهر الحامض الأمينى غير البروتينى β-aminobutyric acid (اختصارًا: BABA) قدرة على إكساب النباتات مقاومة ضد عديد من مسببات الأمراض الفطرية والبكتيرية، بالإضافة إلى عديد من الأنواع النيماتودية والحشرية، والظروف البيئية القاسية، مثل الجفاف والملوحة.

ولقد كانت بداية اكتشاف تأثيره فى عام ١٩٦٣ عندما عرف دوره فى حماية البسلة من الإصابة بالفطر *Aphanomyces euteiches* لدى معاملتها به بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون قبل تعرضها للإصابة بالفطر (Jakab وآخرون ٢٠٠١).

وبتتابع دراسة تأثير رش النموات الخضرية بالـ BABA وجد أنه يؤدى إلى حماية نباتات العنب – بكفاءة – من الإصابة بالفطر *Plasmopara viticola* مسبب مرض البياض الزغبى. كما ثبطت المعاملة بالـ BABA أعراض الإصابة بالفطر *Phytophthora infestans* مسبب مرض الندوة المتأخرة فى البطاطس والطماطم، وأدت المعاملة إلى حماية نباتات الكنتالوب من الإصابة بالفطر *Monosprascus cannonballus* مسبب مرض الذبول الفجائى (Beckers & Conrath ٢٠٠٧).

هذا .. ولم يعرف أبدًا أن للـ BABA تأثير ضار مباشر على أى من المسببات المرضية، إلاّ أنه من المؤكد أن ينشط المقاومة الجهازية فى النباتات لدى معاملتها به (Jakab وآخرون ٢٠٠١).

وعلى الرغم من ندرة تواجد الحامض الأمينى غير البروتينى BABA فى النباتات، فإنه يستحث مقاومة جهازية قوية فى عدد كبير من النباتات ضد عديد من المسببات المرضية (جدول ٧-٣).

جدول (٧-٣): أمثلة لحالات مقاومة جهازية أحدثتها المعاملة بالـ DL-β-aminobutyric acid (عن Jakab وآخرين ٢٠٠١، و Cohen ٢٠٠٢).

النبات	المسبب المرضى
البطاطس	*Phytophthora infestans*
	Alternaria solani
	Fusarium sambucinum
الطماطم	*Phytophthora infestans*
	Botrytis cinerea
	Xanthomonas vesicatoria
	Fusarium oxysporum f. sp. *lycopersici*
	Clavibacter michiganesis
	Meloidogyne javanicum
التبغ	*Peronospora tabacina*
	Phytophthora parasitica var. *nicotianae*
	Tobacco mosaic virus
الفلفل	*Colletorichum coccodes*
	Phytophthora capsici
الخيار	*Pseudoperonospora cubensis*
	Sphaerotheca fuliginea
	Colletorichum lagenarium
	Pseudomonas lachrymans
	Meloidogyne javanica
	Botrytis cinerea
الكنتالوب	*Pseudoperonospora cubensis*
	Fusarium oxysporum f. sp. *melonis*
	Monosporascus cannonballus

تابع جدول (٧-٣).

النبات	المسبب المرضى
البطيخ	*Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*
الـ Arabidopsis	*Peronospora parasitica*
	Botrytis cinerea
	Pseudomonas syringae pv. *tomato*
القنبيط	*Peronospora parasitica*
	Pseudomonas marginalis
	Pseudomonas flurescens
	Erwinia carotovora subsp. *carotovora*
البروكولى وكرنب أبو ركبة	*Alternaria brassicicola*
دوار الشمس	*Plasmopara halstedii*
	Puccinia helianthi
الخس	*Bremia lactucae*
القرنفل	*Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*
الحبوب الصغيرة (قمح وشعير وشوفان)	*Heterodera lalipons*
	Heterodera avenae
الذرة	*Fusarium moniliforme*
الدخُن اللؤلؤى	*Sclerospora graminicola*
البسلة	*Aphanomyces euteiches*
الفول السودانى	*Cercosporidium personatum*
العنب	*Plasmopara viticola*
ثمار التفاح	*Alternaria alternata*
القطن	*Verticillium dahliae*
	Fusarium oxysporum f. sp. *vasinfectum*

طريقة المعاملة

يمكن المعاملة بالـ β-aminobutyric acid (الـ BABA) عن طريق رش النموات الخضرية، و "سقيًا" للجذور، وبنقع البذور فى محلول منه، كما يمكن إضافته كمسحوق للتربة، وحقنًا فى السيقان، وسكبًا لمحلولة على الجذور المكشوفة والسيقان المقطوعة.

يتوقف التركيز الفعال للـ BABA — الذى يعطى حوالى ٩٠٪ مقاومة — على كل من العائل والمسبب المرضى وطريقة المعاملة. وعمومًا تلزم تركيزات عالية (٢٥٠–١٠٠٠ ميكروجرام/مل) عند رش الأوراق عما فى حالة سقى التربة (حيث يكفى تركيز ٢٠–١٠٠ ميكروجرام/مل)؛ ربما بسبب الكفاءة العالية للجذور فى امتصاص المركب. هذا بينما يلزم استعمال تركيزات تتراوح بين ٠,٥٪، و ١٪ عند نقع البذور.

ويتوقف طول مدة فاعلية المركب فى حث المقاومة الجهازية على كل من العائل والمسبب المرضى، وهى تتراوح — عادة — بين نحو ١٠ أيام إلى ٣٠ يومًا.

وعلى خلاف منشطات النبات الأخرى (مثل حامض السلسيلك، والـ INA، والـ BTH) التى لا تكسب النباتات المقاومة إلاّ إذا كانت المعاملة بها قبل التعرض للإصابة، فإن الـ BABA يكون فعالاً إذا أجريت المعاملة قبل أو بعد التعرض للإصابة.

ينتقل الـ BABA فى النبات عن طريق الجهاز الوعائى؛ فهو ينتقل مع تيار ماء النتح إذا ما عوملت به الجذور، وعبر اللحاء مع الغذاء المجهز إذا ما عُوملت به الأوراق (Cohen ٢٠٠٢).

آلية فعل المركب

يُنَشِّط المركب D,L-β-aminobutyric المقاومة الدفاعية فى النباتات — وخاصة ضد البياض الزغبى — فى محاصيل متنوعة عند استعماله بمعدلات عالية نسبيًا. كما تبين — كذلك — أن له تأثير علاجى. وقد ذكر أن تأثيره يحدث فى الطماطم من خلال تراكم حامض السلسيلك وتكوين البقع المتحللة، إلاّ إنه لم يُعرَف على وجه التحديد كيفية فعله (Oostendorp وآخرون ٢٠٠١).

وفى الـ *Arabidopsis* وجد أن المعاملة بالـ BABA تحمى النبات من الإصابة بالفطر *P. parasitica* (وهو من الفطريات البيضية oomycetes) بآلية ليست لها علاقة بأى من حامض السلسيلك، أو حامض الجاسمونك، أو الإيثلين. وهو يستحث إنتاج رواسب بالجدر الخلوية؛ مما يؤدى إلى وقف نمو الفطر. هذا .. إلاّ أن الـ BABA يؤثر بآلية تعتمد على حامض السلسيلك فى حالات أخرى كما فى حالة

المقاومة للبكتيريا *P. syringae* وللفطريات الـ necrotrophic، ولفيرس موزايك التبغ في التبغ (Hammerschmidt وآخرون ٢٠٠١، و Cohen ٢٠٠٢).

ويبين جدولا (٧-٤، و٧-٥) قائمتين بالمركبات ذات الصلة بالمقاومة للأمراض والتي تتكون لدى المعاملة بالـ BABA.

جدول (٧-٤): المركبات ذات الصلة بالمقاومة للأمراض والتي تتكون لدى المعاملة بالـ DL-β-aminobutyric acid (عن Cohen ٢٠٠٢).

النبات	المركبات المتكونة	النسيج الذي يحدث فيه التراكم
الطماطم	Phenolics	الجذور
	Autofluorescing compounds	الأوراق
	Callose, lignin	الأوراق
	PR-proteins	الجذور والأوراق
	Amino acids	الأوراق
	Salicylic acid	الجذور والأوراق
	Hydrogen peroxide	الأوراق
التبغ	Hydrogen peroxide	الأوراق
	Superoxide	الأوراق
	Lipid peroxides	الأوراق
	PR-proteins	الأوراق
	Salicylic acid	الأوراق
	Callose	الأوراق
الفلفل	PR-proteins	السيقان
	Phytoalexins	السيقان
	Salicylic acid	السيقان
	Callose	الأوراق
	PR-proteins	الأوراق
القنبيط	Callose	الأوراق
	PR-proteins	الأوراق
العنب	Lignin	الأوراق
البقدونس	Furanscoumarins	الخلايا

جدول (٧-٥): الـ Pathogensis related Proteins (اختصارًا: PRPs) المتراكمة فى النباتات المعاملة بالـ DL-β-aminobutyric acid قبل وبعد التعرض للمسبب المرضى (عن Cohen ٢٠٠٢).

النبات والمسبب المرضى	طريقة المعاملة	تراكم الـ PRPs: قبل التعرض للإصابة	تراكم الـ PRPs: بعد التعرض للإصابة
الطماطم *Phytophthora infestans*	رش النموات الخضرية	PR-1, PR-2, PR-5	لم تختبر
الطماطم *Phytophthora infestans*	سقى الجذور	PR-1, PR-5 (PR-2 nt)	لم تختبر
الطماطم *Phytophthora infestans*	رش النموات الخضرية	P14, AP24 Local and systemic	P14, also in fungus and papillae, AP24
التبغ *Peronospora tabacina*	رش النموات الخضرية	PR-1, PR-2, PR-5	لم تختبر
	سقى الجذور	None	لم تختبر
	حقن السيقان	PR-5	لم تختبر
التبغ Tabacco mosaic virus	رش النموات الخضرية	PR-1 (mRNA) PR-1 Gus promoter, Local and systemic	لم تختبر
Arabidopsis	رش النموات الخضرية	Pr-1, PR-2, PR-5 (mRNA)	لم تختبر
Peronospora parasitica	سقى الجذور	None	لم تختبر
Arabidopsis *Botrytis cinerea*	سقى الجذور	None	**PR-1 (mRNA)**
Arabidopsis *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*	سقى الجذور	None	**PR-1 (mRNA)**
القنبيط *Peronospora parasitica*	رش النموات الخضرية	None	**PR-5**

تابع جدول (٧-٥).

النبات والمسبب المرضى	طريقة المعاملة	تراكم الـ PRPs قبل التعرض للإصابة	تراكم الـ PRPs بعد التعرض للإصابة
الفلفل *Phytophthora capsici*	رش النموات الخضرية	PR-2, PR-5	**PR-2, PR-5**
دوار الشمس *Peronospora halstedii*	سقى الجذور	None	لم تختبر

التفاعل مع المبيدات

بينما لم يكن الـ BABA فعَّالاً ضد البياض الدقيقى فإن خلطه بمبيدات الـ triazole حسَّن كثيرًا من فاعليتها. كما يتفاعل الـ BABA تداؤبيًّا — كذلك — مع عديد من المبيدات الأخرى حيث يكون التأثير الناتج أقوى من المعاملة بأى من الـ BABA أو المبيد على حدة.

ومن بين المبيدات وبدائل المبيدات التى يتفاعل الـ BABA تداؤبيًّا معها ما يلى:

cymoxanil	copper hydroxide
dimethomorph	fosetyl-al
chlorothalonil	mancozeb
metalaxyl	folpet
potassium phosphate	chitosan

(Cohen ٢٠٠٢).

مزيد من الأمثلة

نقدم — فيما يلى — مزيدًا من الأمثلة عن الدراسات التى استخدم فيها الـ BABA فى مكافحة أمراض الخضر:

● تبين من دراسات Cohen (١٩٩٤) على الطماطم أن رش النباتات مرة واحدة بالحامض الأمينى غير البروتينى DL-3-amino-n-butanoic acid يكسبها مقاومة جهازية ضد الفطر *Phytophthora infestans* — مسبب مرض الندوة المتأخرة — بدرجة مكافحة تزيد على ٩٥٪. وقد جرب الحامض مع ٧ عزلات من الفطر و ٧ أصناف من الطماطم تتباين فى درجة قابليتها للإصابة بالفطر وأعطى معها نفس النتيجة. كما جُرب استعمال أحماض أمينية أخرى غير بروتينية، ولكنها كانت إما أقل كفاءة من هذا الحامض الأمينى، وإما عديمة الكفاءة فى مكافحة الفطر.

● وقد أظهرت دراسة لاحقة (Cohen & Gisi ١٩٩٤) أن DL-3-amino-n-butanoic acid, B-aminobutyric acid (اختصارًا: BABA) ينبغى أن يكون متواجدًا فى النسيج النباتى لكى يكون هذا النسيج مقاومًا للفطر *P. infestans*، وتبين أن المركب يتحرك فى النبات من أسفل إلى أعلى نحو القمة Acropetally، فهو ينتقل من الورقة المعاملة إلى الأوراق التى تعلوها، وليس إلى الأوراق المجاورة لها، كما ينتقل — عند إضافته عن طريق الجذور — إلى أعلى الأوراق، وهى التى تكتسب — بدورها — أعلى درجات المقاومة.

● أدت معاملة نباتات الفلفل بالمركب DL-β-amino-butyric acid بتركيز ١٠٠٠ ميكروجرام/مل إلى حمايتها بصورة شبه كاملة من الإصابة بالفطر *Colletotrichum coccodes* مسبب مرض الأنثراكنوز، سواء أكانت المعاملة عن طريق التربة، أم رشًا على الأوراق. وعندما أجريت المعاملة عن طريق التربة لزم مرور خمسة أيام قبل اكتساب النباتات للمقاومة ضد الفطر، واستمرت مقاومة النباتات لمدة ١٥ يومًا. أما عندما عوملت النباتات بالمركب عن طريق رش الأوراق السفلى فإن ذلك أدى إلى حماية الأوراق الأعلى منها من الإصابة بالفطر؛ مما يدل على أن المعاملة أدت إلى إكساب النباتات مقاومة جهازية ضد الفطر (Hong وآخرون ١٩٩٩).

● أدت معاملة الخس بالرش بأى من K_2HPO_3 (فى صورة التحضير التجارى Phytogard) بتركيز ٤٠,٦ جزءًا فى المليون، أو بالـ BABA بتركيز ١٠ مللى مول إلى مكافحة البياض الزغبى بصورة تامة وجهازية لمدة ١٥ يومًا (Pajot وآخرون ٢٠٠١).

● أدى رش الفلفل بالـ DL-β-amino-n-butyric acid بتركيز جزء واحد فى المليون إلى حث تكوين مقاومة تامة ضد الإصابة بالفطر *Phytophthora capsici*، وذلك فى خلال ثلاثة أيام من المعاملة بالمركب، وقد استمرت فاعلية المقاومة المستحثة لمدة تزيد عن ٢٠ يومًا (Xie وآخرون ٢٠٠٢).

● أدى رش بادرات القنبيط وهى بعمر ٧ أيام مرة واحدة بالمركب DL-β-amino-n-butanoic acid (اختصارًا: BABA) إلى حمايتها من الإصابة بالفطر *Peronospora parasitica* — مسبب مرض البياض الزغبى — لمدة لا تقل عن ١٥ يومًا. وقد كانت المقاومة المستحثة مصاحبة بتكوين بقع متحللة مماثلة لما يحدث فى حالة فرط الحساسية (Silué وآخرون ٢٠٠٢).

● يعد الـ BABA شديد الفاعلية فى إكساب كل من الطماطم والبطاطس مقاومة ضد الفطر *Phytopthora infestans*؛ ففى الطماطم أعطت رشتان بينهما ١٤ يومًا مكافحة بلغت ٨٣٪، بينما أعطت نفس المعاملة فى البطاطس مكافحة بلغت ٦٠٪، وحُصل على أعلى مكافحة فى البطاطس (٦٤,٥٪–٧٧,٧٪) بعد أربع رشات بين الرشة والأخرى سبعة أيام وبمعدل ٤٨٥ جم للفدان.

● كما أعطت المعاملة بالـ BABA بتركيز ١ مجم/مل مع ماء الرى بالتنقيط كل أسبوعين مكافحة جيدة للفطر *Monosporascus cannonballus* مسبب مرض الذبول الفجائى فى الكنتالوب (Cohen ٢٠٠٢).

● يتفاعل الشدّ الملحى مع المعاملة بتركيز منخفض — نسبيًّا — (١٢٥ ميكروجرام/لتر) من الـ DL-β-amino butyric acid فى زيادة مقاومة الطماطم للبكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* مسبب مرض النقط البكتيرية، وكان ذلك التفاعل مصاحبًا بزيادة فى كل من إنتاج فوق أكسيد الأيدروجين H_2O_2 ونشاط الـ guaiacol peroxidase (Baysal وآخرون ٢٠٠٧).

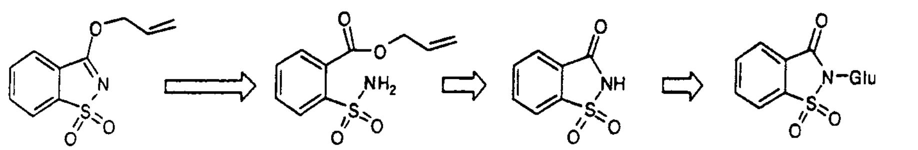
أيزومير الـ BABA: الـجى أى بى أى GABA

أدى رش البسلة باى من حامض السلسيلك أو gamma-aminobutyric acid (GABA)

إلى زيادة نشاط إنزيمات الـ peroxidase، والـ catechol oxidase (سابقًا: polyphenol oxidase)، و الـ phenylalanine ammonia-lyase؛ بما يعنى أن هذين المركبين يستحثان استجابات دفاعية فى النباتات (Guleria وآخرون ٢٠٠٠).

البروبينازول

يستخدم البروبينازول Probenazole أساسًا مع الأرز ضد كل من *Pyricularia oryzae* مسبب مرض العصفة *blast*، و *Xanthomonas oryzae* مسبب مرض اللفحة البكتيرية حيث يعطى نتائج جيدة وسريعة. تجرى المعاملة إما فى المشتل، وإما فى الحقل، حيث يُمتص المركب بواسطة النباتات وينتقل إلى مختلف أجزائه إما على صورته المعامل بها أو على إحدى الصور التى تنتج عنها (شكل ٧-٣).



Probenazole
(3-allyloxy-1,2-benziso-
thiazole-1,1-dioxide)

2-sulfamoyl-allyl-
benzoate

saccharin

Glu :β-D-Glycopyranose

شكل (٧-٣): الـ **Probenazole** ونواتجه الأيضية فى نباتات الأرز.

هذا .. وقد سُجِّل استعمال الـ Probenazole فى عديد من المحاصيل ضد بعض الأنواع البكتيرية المرضة بصورة أساسية.

ونظرًا لضعف نشاط هذا المركب ضد مسببات الأرز المرضية فى البيئات الصناعية؛ لذا .. يعتقد بأن تأثيره القوى ضد تلك المسببات فى النبات يحدث من خلال تنشيطه لآليات الدفاع النباتية (عن Oostendorp ٢٠٠١).

الثيمول

أدى حقن الطماطم بالثيمول thymol مع ماء الرى بالتنقيط بمعدل ٧٣ كجم/هكتار (٣٠,٦

كجم/فدان) والرش بمنشط المقاومة الجهازية acibenzolar-S-methyl بتركيز ٠,٢٥ مجم/لتر إلى الحصول على مكافحة جيدة لكل من الذبول البكتيرى الذى تسببه البكتيريا *Ralstonia solanacearum*، ونيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne arenaria* (Ji وآخرون ٢٠٠٧).

موجز للمقاومة المستحثة بيولوجيًّا وكيميائيًّا

بعد هذا العرض الموسع للمقاومة المستحثة بيولوجيًّا وكيميائيًّا ضد الأمراض والذى قدمناه فى الفصلين السادس والسابع، قد يكون من المفيد تلخيص بعض جوانب تلك المقاومة، والتى نعرضها فى جدولين.

يبين جدول (٧-٦) قائمة بالمركبات التى وجد أنها تستحث المقاومة ضد الأمراض فى المحاصيل البستانية أيًّا كان أصل تلك المركبات.

ويبين جدول (٧-٧) قائمة مختارة من النباتات وظروف الشدِّ البيئى والبيولوجى التى أمكن حماية تلك النباتات منها بمعاملتها ببعض المركبات النشطة بيولوجيًّا أو بالكائنات الدقيقة.

جدول (٧-٦): قائمة بالمركبات التى وجد أنها تستحث المقاومة ضد الأمراض فى المحاصيل البستانية (عن **Da Rocha & Hammerschmidt** ٢٠٠٥).

المادة الحاثة (ومصدرها)	النبات	المسبب المرضى المقاوم
		مكونات فطرية
Yeast-derived elicitor (*Saccharomyces cerevisiae*)	الخس (*Lactuca sativa*)	*Botrytis cinerea* and *Rhizoctonia solani*
Hyphal wall components (*Phytophthora infestans*)	البطاطس (*Solanum tuberosum*)	*P. infestans*
Eicosapentaenoic acid (*P. infestans*)	البطاطس	*P. infestans*
Arachidonic acid (*P. infestans*)	البطاطس	*P. infestans*
Chitosan	الخيار (*Cucumis sativus*)	*Pythium aphanidermatum*
Chitosan olygomers (poly-N-glucosamine)	الطماطم	*Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycorpersici*

تابع جدول (٧-٦).

المادة الحاثة (ومصدرها)	النبات	المسبب المرضى المقاوم
		مكونات بكتيرية
Lipopolysaccharide (*Pseudimonas fluorescens*)	القرنفل (*Dianthus caryophyllus*)	*F. oxysporium* f. sp. *dianthi*
		مستخلصات نباتية
Giant knotweed (*Reynoutria sachalinensis*) extract	الفلفل (*Capsicum annuum*)	*Botrytis cinerea*
Giant knotweed extract	البيجونيا (*Begonia semperflorens*)	البياض الدقيقى
Giant knotweed extract	الطماطم	البياض الدقيقى
Giant knotweed extract	الخيار	البياض الدقيقى (*Sphaerotheca fuliginea*)
		مكونات نباتية
Gamma resorcylic acid	الخيار	*Colletotrichum lagenarium*
Oxalic acid	الخيار	*C. lagenarium*
Salicylic acid	الخيار	*Cladosporium cucumerinum*
Linoleic acid	البطاطس	*P. infestans*
Oleic acid	البطاطس	*P. infestans*
Jasmonatess (jasmonic acid and methyl jasmonate)	البطاطس	*P. infestans*
Jasmonates (jasmonic acid and methyl jasmonate)	الطماطم	*P. infestans*
Methyl jasmonate	البصل (*Allium cepa*)	*Alternaria porri*
Oxalic acid	الكيوى (*Actinidia chinensis*)	*Sclerotinia sclerotiorum*
Salicylic acid	الكيوى	*S. sclerotiorum*
		منتجات تجارية مصنعة
Aliette (aluminium tris-o-ethylphosphate)	العنب (*Vitis* spp.)	*Plasmopora viticola*
Benzothiadiazole (benzo[1,2,3] thiadiazole-7-carbothioic acid S-methyl ester)	التفاح (*Malus* x *domestica*)	*Erwinia amylovora*
ASM	الموز (*Musa* spp.)	*Mycosphaerella fijiensis*
ASM	الفلفل (*Capsicum annuum*)	*Colletotrichum* spp.
ASM	الخيار	*Cladosporium cucumerinum*

تابع جدول (٧-٦).

المسبب المرضى المقاوم	النبات	المادة الحاثة (ومصدرها)
ASM	الخيار	*Pythium ultimum*
ASM	الخس	*Bremia lactucae*
ASM	البسلة	*Mycosphaerella pinodes, Pseudomonas syringae* pv. *pisi, Uromyces viciae-fabae*
ASM	الفلفل	*Phytophthora capsici*
ASM	الورد (*Rosa hybrida*)	*Diplocarpon rosae, Agrobacterium tumefaciens*
ASM	السبانخ (*Spinacia oleracea*)	*Albugo occidentalis*
ASM	الطماطم	فيرس موزايك الخيار
Elexa	الخيار	أمراض نباتية كثيرة ومتنوعة
	العنب	
	البطاطس	
	الفراولة (*Fragaria × ananassa*)	
	الطماطم	
2,6-dichoraisonictonic acid (DCINA) (CGA 41396)	الكرنب (*Brassica oleracea* var. *capitata*)	*Peronospora parasitica*
DCINA أو INA	الكمثرى (*Pyrus communis*)	*Erwinia*
DCINA	الفلفل	*Xanthomonas*
DCINA	الخيار	*Sphaerotheca fuliginea*
DCINA	الورد	*Sphaerotheca pannosa*
Phytogard® (58% K_2HPO_3 Potassium phosphonate)	الخس	*Bremia lactucae*
		مستحثات حيوية
DL-3-amino-n-butanoic acid	الطماطم	*Phytophthora infestans*
DL-2-amino-n-butanoic acid	الطماطم	*P. infestans*
β-aminobutric acid (BABA)	الخيار	*Sphaerotheca fuliginea*
BABA	العنب	*Plasmopora viticola*
BABA	الخس	*Bremia lactucae*
BABA	البسلة	*Aphanomyces euteiches*
BABA	الفلفل	*P. capsici*
BABA	الطماطم	*Meloidogyne javanica*
BABA	الطماطم	*P. infestans*
4-cholrosalicylic acid	الكيوى	*Sclerotinia sclerotiorum*

تابع جدول (٧-٦).

المسبب المرضى المقاوم	النبات	المادة الحاثة (ومصدرها)
2-furoic acid (2FA)	الطماطم	*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*
4-hydroxibenzoic hydrazide (4HBHZ)	الطماطم	*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*
Micronutrients (borate, copper, manganese)	الخيار	*Colletorichum lagenarium*
Oxalic acid	الخيار	*C. lagenarium*
Phosphate	الخيار	*C. lagenarium*
Phosphate	الخس	*Bremia lactucae*
Phosphate	الفلفل	*Leveillula taurica*
Polyacrylic acid	الخيار	*C. lagenarium*
Salicylic hydrazide (SHZ)	الطماطم	*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*
Tunicamycin	الخيار	*C. lagenarium*

جدول (٧-٧): قائمة مختارة من النباتات وظروف الشدّ البيئى والبيولوجى التى أمكن حماية تلك النباتات منها بمعاملتها ببعض المركبات النشطة بيولوجيًا والكائنات الدقيقة، وذلك تحت ظروف البيوت المحمية والحقل (عن Beckers & Conrath ٢٠٠٧)

المحصول	حالة الشدّ	العامل النشط فى الحماية[أ]
ذوات الفلقة الواحدة		
الموز	*Mycosphaerella fijensis*	BTH
الشعير	*Blumeria graminis*	BTH
	Heterodera spp.	BABA
	الجفاف	Imidacloprid
الذرة	*Fusarium moniliforme*	BABA
	Peronoscleropora sorghi	BTH
	الجفاف	Pyraclostrobin
الأرز	*Pyricularia oryzae*	BTH
	Rhizoctonia solani	PGPR
قصب السكر	*Colletotrichum falcatum*	BTH
القمح	*B. graminis*	BTH
	Septoria spp.	BTH

تابع جدول (٧-٧).

المحصول	حالة الشدّ	العامل النشط فى الحماية[أ]
ذوات الفلقتين		
التفاح	*Erwinia amylovora*	BTH
الفاصوليا	*Uromyces appendiculatus*	INA, BTH
	Xanthomonas campestris	BTH
	الأوزون	BTH
الكاجو *Anacardium occidentale*	*Colletotrichum gloeosporiodes*	BTH
القنبيط	*Hyaloperonospora parasitica*	BABA, BTH
القطن	*Verticillium dahliae*	BABA, BTH, INA
	X. campestris	BTH
	الجفاف	Imidacloprid
اللوبيا	*Colletotrichum destructum*	BTH
الخيار	*Colletotrichum* spp.	BTH, PGPR
	Pseudomonas syringae	PGPR
العنب	*Plasmopara viticola*	BABA
الخس	*Bremia lactucae*	BABA, BTHA
الكنتالوب	*Fusarium oxysporum*	BABA
البسلة	*Aphanomyces euteiches*	BABA
	P. syringae	BTH
الفول السودانى	*Cercosporidium personatum*	BABA, BTH, INA
الفلفل	*X. campestris*	BTH
	Colletotrichum coccodes	BABA
	Meloidogyne incognita	PGPR
	الجفاف	فطريات الميكوريزا
البطاطس	*Phytophthora infestans*	BABA
	Alternaria solani	BABA, BTH
	Fusarium spp.	BABA, BTH
الفجل	*F. oxysporum*	PGPR
فول الصويا	*Sclerotinia sclerotiorum*	BTH, INA
السبانخ	*Albugo occidentalis*	BTH, Strobilurins

تابع جدول (٧-٧).

المحصول	حالة الشدّ	العامل النشط فى الحماية[أ]
الفراولة	*Phytophthora* spp.	BTH
التبغ	*Phytophthora parasitica*	BABA, BTH
	Tobacco mosaic virus	BABA, BTH
الطماطم	*P. infestans*	BABA, BTH
	P. syringae	BTH, PGPR
	فيرس موزايك التبغ	Pyraclostrobin

(أ) المركبات والتحضيرات والكائنات النشطة بيولوجيًّا:

BTH= acibenzolar-S-methyl.

BABA= β-aminobutyric acid.

Pyraclostrobin = strobilurin fungicides يعد من الـ

ومن تحضيراته التجارية Carbio، و Headline

INA = 2,6-dichloroisonictinic acid + its methyl ester.

PGPR = Plant growth promoting rhizobacteria =

بكتيريا المحيط الجذرى المنشطة للنمو النباتى

Imidacloprid = مبيد حشرى، منه الكونفيدور

الفصل الثامن

المكافحة الحيوية للحشرات والأكاروسات والقواقع

يكون الغرض من المكافحة الحيوية (أو البيولوجية) Biological Control هو التخلص من الآفة فى كل من بيئة الزراعة والنبات المصاب معًا. ومن أهم مميزاتها ما يلى:

١- لا تؤدى إلى قتل الأعداء الطبيعة للآفات كما يحدث عند استعمال المبيدات.

٢- لا تترك أثرًا ضارًا بالإنسان على الأجزاء النباتية المستعملة فى الغذاء.

٣- لا تؤدى إلى تلوث البيئة كما يحدث عند استعمال المبيدات فى المكافحة.

لكن يعيب المكافحة الحيوية أنها لا يمكن أن تؤدى إلى التخلص نهائيًا من الآفة المراد مكافحتها؛ نظرًا لأنه يوجد دائمًا توازن بين الآفة والطفيل الذى يتطفل عليها. والذى يستخدم فى مكافحتها.

أنواع الكائنات الحية المستخدمة فى المكافحة الحيوية

يستخدم فى المكافحة الحيوية للحشرات والأكاروسات والنيماتودا نوعيات مختلفة من الكائنات تصنف كما يلى:

١- المفترسات predators: مثل حشرة أبو العيد والعناكب،وهى تفترس الحشرات التى تتغذى عليها بالكامل، وتكون قليلة التخصص غالبًا.

٢- المتطفلات parasitoids: مثل الزنابير والذباب، وهى تضع بيضها على الحشرات التى تتطفل عليها، أو فيها، وعندما يفقس البيض فإن اليرقات تتغذى على الضحية حتى تقتلها، وتكون المتطفلات أكثر تخصصًا.

٣- المسببات المرضية entomopathogens: وهى كائنات دقيقة تهاجم الحشرات. ومنها بكتيريا، وفطريات، وفيروسات، ونيماتودا.

تعرف عملية الإكثار التجارى للمفترسات والمتطفلات والـ entomopathogens باسم augmentation، ولقد أصبح من المألوف طلب تلك الأعداء الطبيعية بالبريد فى عديد من الدول.

مزايا وعيوب المكافحة الحيوية باستعمال المسببات المرضية للآفات

مزايا الكائنات الدقيقة المستعملة فى المكافحة الحيوية للحشرات

تتميز المكافحة الحيوية للحشرات باستعمال الكائنات الدقيقة بما يلى:

١- لا تكون تلك الكائنات سامة للحياة البرية، والإنسان، والكائنات الأخرى التى ليست قريبة الصلة بالحشرات المستهدفة، كما لا تتطفل عليها. ويعد الأمان الذى يوفره استعمال تلك الكائنات الدقيقة فى المكافحة أهم سماتها ومميزاتها.

٢- تكون تلك الكائنات - غالبًا - سامة فقط لمجموعة واحدة أو أنواع متقاربة من الحشرات؛ وبذا .. فإنها لا تؤثر بصورة مباشرة على الحشرات المفيدة (بما فيها المفترسات والمتطفلات الحشرية) التى تتواجد فى المنطقة المعاملة.

٣- يمكن فى كثير من الأحيان استعمال الكائنات الدقيقة مع المبيدات الحشرية فى برنامج واحد للمكافحة لأنها - غالبًا - لا تتأثر بمتبقيات المبيدات العادية.

٤- يمكن استعمالها مع الحصاد فى نفس اليوم.

٥- يمكن لبعض تلك الكائنات أن تتوطن فى العشائر الحشرية المتواجدة فى منطقة المعاملة لتوفير مكافحة مستمرة للحشرات فى أجيالها التالية أو فى المواسم التالية.

عيوب استعمال الكائنات الدقيقة فى المكافحة الحيوية للحشرات

يُعاب على المكافحة الحيوية للحشرات باستعمال الكائنات الدقيقة ما يلى:

١- تعد الكائنات الدقيقة متخصصة على مجموعة متقاربة من الأنواع الحشرية ولا تؤثر على غيرها. وعلى الرغم من أن المبيدات الحشرية لا تؤثر - كذلك - على الحشرات، إلا أن تخصصها ليس بشدة تخصص الكائنات الميكروبية.

٢- تتأثر مختلف الأنواع الميكروبية بالحرارة، والفقد الرطوبى منها، والتعرض للأشعة فوق البنفسجية؛ مما يقلل كفاءتها ما لم يتم تخير الوقت المناسب للمعاملة.

٣- تحتاج الكائنات الدقيقة المستعملة فى المكافحة الحشرية إلى ظروف تخزينية محددة لكى لا تفقد حيويتها.

٤- نظرًا لتخصص تلك الكائنات الميكروبية على مجموعات حشرية محدودة، فإن

توزيعها – كذلك – يكون محدودًا؛ الأمر الذى قد لا يغطى تكاليف تطويرها وتسجيلها وإنتاجها على نطاق تجارى (Weinzierl وآخرون ٢٠٠٦).

متطلبات نجاح المكافحة الحيوية

إن من أهم الأمور التى يتعين أخذها فى الحسبان عند تطبيق مبدأ المكافحة البيولوجية ما يلى:

أولاً: بالنسبة لاستعمال المفترسات والمتطفلات الحشرية والحيوانية

١– يستلزم اتباع هذه الطريقة – غالبًا – وقتًا أطول عما تستلزمه المكافحة الكيميائية.

٢– لا توجد مكافحة بيولوجية تعطى ١٠٠٪ كفاءة فى مكافحة أى آفة.

٣– غالبًا ما تكون الكائنات المستعملة فى المكافحة الحيوية حساسة للمبيدات، لذا .. يجب عند اختيار المبيدات استعمال أقصرها بقاء دون تحلل وأكثرها تخصصًا على الآفة المستهدفة.

٤– نظرًا لأن كثيرًا من الكائنات المستعملة فى المكافحة الحيوية تعمل ببطء؛ لذا .. يتعين استعمالها عندما تكون أعداد الآفة منخفضة.

٥– تعمل معظم المفترسات والمتطفلات فى حرارة ١٨–٢٩°م ورطوبة نسبة ٦٠٪–٩٠٪.

٦– تموت كائنات المكافحة الحيوية إذا تعرضت نباتات الصوبة لفترات يتوقف فيها النمو؛ سواء أكان ذلك بسبب سيادة حرارة شديدة الارتفاع، أم شديدة الانخفاض.

٧– إذا كان مستوى الآفة عالٍ جدًّا عند بدء استعمال كائنات المكافحة الحيوية، فإنها غالبًا لن تعطى مكافحة جيدة.

٨– تتباين كفاءة الكائن الواحد المستعمل فى المكافحة من محصول لآخر؛ فمثلاً .. تقل كفاءتها على المحاصيل ذات الأوراق الوبرية مثل الطماطم.

٩– تموت الكائنات المستعملة فى المكافحة الحيوية جوعًا إذا ما تم التخلص تمامًا من الآفة.

١٠- تفرز بعض النباتات مواد سامة لكائنات المكافحة الحيوية (Integrated Pest Management for Greenhouse Crops – أترا Attra – الإنترنت – ٢٠٠٧).

ثانياً: بالنسبة لاستعمال مسببات الأمراض

من الأمور التى تجب مراعاتها عند استعمال الكائنات الدقيقة المستخدمة فى المكافحة الحيوية مراعاة مايلى:

١- إدخال تلك الكائنات فى الوقت المناسب، وكلما بكرنا فى إدخالها كلما انخفضت الأعداد التى نحتاجها، وكلما زادت كفاءتها، ويمكن حتى إدخال بعض من الكائنات المستخدمة فى المكافحة الحيوية كإجراء مانع للإصابة.

٢- يُعطى اهتمام خاص لجودة المنتج المستخدم وأن يكون من مصادر موثوق بها.

٣- يُهتم كذلك بحرارة تخزين المنتج وآخر تاريخ للاستعمال.

٤- التعرف على بيولوجى الكائن المستعمل فى المكافحة.

٥- توفير الظروف التى تحفز وصول الأعداء الطبيعية للحقل وتكاثرها بتوفير النباتات الجاذبة لها.

٦- التأكد من أن عمليات الخدمة الزراعية مثل الحصاد والتقليم وإزالة الأوراق القديمة لا تؤدى إلى خفض أعداد الكائنات المستعملة فى المكافحة الحيوية.

٧- التأكد من عدم تعارض استعمال بدائل المبيدات مع الكائنات المستخدمة فى المكافحة الحيوية (Koppert Biological Systems – الإنترنت – ٢٠٠٧).

المكافحة الحيوية بالاعتماد على الحشرات والأكاروسات

إن من الأمثلة الناجحة لحالات مكافحة الحشرات بالحشرات تلك التى أمكن بواسطتها السيطرة على البق الدقيقى الاسترالى Cottny-cushion scale فى كاليفورنيا. فقد وصلت هذه الحشرة إلى كاليفورنيا، دون أن تصل معها الأعداء الطبيعية للحشرة، وسرعان ما انتشرت بدرجة كبيرة، ولكن أمكن التخلص منها بصورة عملية خلال سنة واحدة من إدخال اثنين من الأعداء الطبيعية لهذه الحشرة؛ هما: خنفساء فيداليا Vedalia beetle وذبابة متطفلة. وقد كانت خنفساء فيداليا هى الأكثر فاعلية فى مكافحة الآفة.

كذلك فإن دودة الطماطم القرنية tomatn horn warm تتغذى على أوراق الطماطم بشراهة، لكن يمكن تقليل خطرها بواسطة أنثى دبور طفيلى تضع بيضها بكميات كبيرة فى جسم يرقات الدودة، ثم يفقس البيض إلى يرقات كثيرة تستهلك عضلات الدودة وأعضاءها بسرعة؛ مما يؤدى إلى موتها أو قلة نشاطها.

ومن أنواع المفترسات – التى تتوفر فى مصر، وتلعب دورًا هامًا فى الحد من أعداد الحشرات التى تقع فريسة لها – ما يلى (عن حماد وعبدالسلام ١٩٨٥):

الحشرة	أنواعها الهامة	الحشرات التى تفترسها
إبرة العجوز	إبرة العجوز الكبيرة *Labidura riparia* إبرة العجوز الصغيرة *Labidura minor*	كثير من يرقات وعذارى حشرات من رتبة حرشفية الأجنحة، وكذلك بعض أنواع المنّ
الرعاشات	الرعاش الكبير *Henrianax ephippiger* الرعاش الصغير *Lschnura senegalesis*	تفترس حورياتهما المائية الحشرات والديدان المائية، وتفترس الحشرات الكاملة عديدًا من الحشرات الطائرة، كالبعوض، والذباب، والهاموش.
أسود المنّ	*Chrysopa vulgaris*	تفترس يرقاته أنواع المنّ. واليرقات الصغيرة من دودة ورق القطن، والحشرات القشرية، والتربس.
أسود النمل	*Cueta varieegata* *Palpares cephalotes*	تفترس يرقاتهما أنواع النمل المختلفة.
الخنافس المفترسة	خنفساء الكالوسوما *Chalosoma chlorostictum* الحشرة الرواغة *Paederus alfierii*	تفترسان يرقات دودة ورق القطن وبيضها، ودودتى اللوز الشوكية والقرنفلية، والدودة القارضة، وأنواع المنّ
	خنفساء أبو العيد ذات الإحدى عشرة نقطة *Cocinella undecimpunctata* خنفساء أبو العيد ذات النقط السبع *Coccinella septempunctata* خنفساء أبو العيد الأسود *Cydonia vicina isis*	تتغذى يرقات هذه الحشرة وأطوارها الكاملة على المنّ. والحشرات القشرية، والبق الدقيقى، والحلم.

الحشرة	أنواعها الهامة	الحشرات التى تفترسها
	خنفساء أبو العيد السمنى *Cydonia vicina nilotica*	
	خنفساء الكريبتموليمس *Chryptolaemus montrauzieri*	استوردت من فرنسا لمقاومة بق القصب الدقيق وبق الهبسكس الدقيقى.
الزنابير المفترسة	الزنابير الزرقاء؛ مثل *Strilbum splendidum*	تفترس الزنابير كثيرًا من الحشرات بعد أن تخدرها
	زنابير الطين ذات الخصر النحيل؛ مثل زنبور الأموفيلا الكبير *Ammophila tydei*	
	زنابير الطين البانية؛ مثل *Eumenes maxillosa*	
	الزنبور الأصفر *Polistes glallica*	

ومن أهم الأعداء الطبيعية للتربس، ما يلى (عن Wijeratne ١٩٩٦):

العدو الطبيعى	الرتبة والعائلة
Coccinella transversalis Fab.	(Coleoptera: Coccinellidae)
Harmonia octomaculata Fab.	(Coleoptera: Coccinellidae)
Micraspis discolor Fab.	(Coleoptera: Coccinellidae)
Cheilomenes sexmaculata Fab.	(Coleoptera: Coccinellidae)
Scymnus latemaculatus Motschulsky	(Coleoptera: Coccinellidae)
Brumoides suturalis Fab.	(Coleoptera: Coccinellidae)
Propylea dissecta (Mulsant)	(Coleoptera: Coccinellidae)
Araneus sp.	(Araneae: Araneidae)
Larinia sp.	(Araneae: Araneidae)
Cheiracanthium sp.	(Araneae: Clubionidae)
Oxyopes sp.	(Araneae: Oxyopidae)
Bianor sp.	(Araneae: Salticidae)
Runcinia sp.	(Araneae: Thomisidae)
Microplits similes Lyle.	(Hymenoptera: Branconidae)
Aphelinus sp.	(Hymenoptera: Aphelinidae)
Pachyneuron sp.	(Hymenoptera: Pteromalidae)
Orius sp.	(Hymenoptera: Anthocoridae)

ومن الأعداء الطبيعية الفعّالة ضد نوع التربس *Frankliniella occidentalis*، والأنواع الأخرى: الأكاروس المفترس *Amblyseius degenerans*، ولكن يُعاب عليه أن انتقاله من نبات لآخر لا يكون إلا بين النباتات التى تتلامس نمواتها الخضرية فقط، حيث لا يعتد بانتقاله عن طريق التربة. وقد كان *A. degenerans* أكثر فاعلية فى مكافحة التربس عن *Neoseiulus cucumeris* (Houten وآخرون ١٩٩٥، و Ramakers & Voet ١٩٩٦).

كذلك أفاد فى مكافحة التربس *F. occidentalis* المفترس *Orius laevigatus* (Tavella وآخرون ١٩٩٧).

ومن بين الأعداء الطبيعية التى أثبتت جدواها فى مكافحة مختلف الحشرات، ما يلى (Sterk & Meesters ١٩٩٧):

الآفة الحشرية	الأعداء الطبيعية
التربس	*Neoseiulus cucumeris*
	Orius insidiosus
العنكبوت الأحمر	*Amblyseius californicus*
	Feltiella acarisuga
المنّ	*Aphelinus abdominalis*
	A. matricariae
	A. ervi
	Hippodamia convergens

يجب الحذر التام عند استخدام المبيدات لأجل المحافظة على الأعداء الطبيعية؛ فقد وجد أن معاملة الفلفل بالمبيدات تؤدى — فى واقع الأمر — إلى زيادة أعداد التربس *Frankliniella* spp. فى الأزهار وليس إلى نقصها. وبالدراسة تبين أن التربس المتواجد فى الأزهار هو من الأنواع *F. occidentalis*، و *F. tritici*، و *F. bispinosa*، وأن المفترس *Orius insidiosus* يفترسها جميعًا، وتبين أن الرش بالمبيدات قضى على المفترس؛ مما أدى إلى زيادة أعداد التربس. وبالمقارنة .. وجد أن المحافظة على نسبة ١ : ٤٠ بين المفترس والتربس أدى إلى شبه التخلص التام من أفراد التربس البالغة ويرقاته فى خلال أيام قليلة (Funderburk وآخرون ٢٠٠٠).

ومن بين الأمثلة الأخرى التي نجحت فيها المكافحة الحيوية باستخدام الحشرات والأكاروسات ما يلي:

- يكافح نوعا الأكاروس *Tetranychus urticae*، و *T. cinnabarinus* بواسطة الأكاروس المفترس *Phytoseiulus persimilis* بكفاءة عالية (Kropezynska & Tomczyk ١٩٩٦).

- تعتمد المكافحة المتكاملة للفراشة ذات الظهر الماسي في الكرنبيات على استعمال البكتيريا *Bacillus thuringiensis*، وأربعة متطفلات، هي: الزنابير *Diadegma semiclausum*، و *Cotesia plutellae*، و *Diadromus collaris*، و *Oomyzus sokoskii*، علمًا بأنه لا يلزم إطلاق هذه المتطفلات سوى مرة واحدة فقط، حيث يمكنها البقاء والتكاثر بصورة طبيعية بعد ذلك، ولكن استعمال المبيدات يقضي عليها (Talekar ١٩٩٦).

- أمكن تحت ظروف البيوت المحمية مكافحة ذبابة البيوت المحمية البيضاء *Trialeurodes vaporariorum* على كل من الخيار والطماطم، وخفض أعداد الحشرة بنسبة ٨٠٪–٩٠٪ باستعمال أي من الفطرين المتطفلين على الحشرة *Verticillium lecanii* (المنتج التجاري Mycotal)، أو *Aschersonia aleyrodies*، علمًا بأن الفطر الأول كان هو الأسرع في التخلص من الحشرة (Pas وآخرون ١٩٩٦).

- أفاد إطلاق المتطفل *Diglyphus isaea* في البيوت المحمية للطماطم في مكافحة صانعة الأنفاق *Liriomyza trifolii* (Ozawa وآخرون ١٩٩٩).

- يُفيد استخدام الحشرة المتطفلة على المن *Aphidius colemani* في مكافحة من القطن جيدًا في زراعات الخيار المحمية، لكن يتعين توفر الطفيل بأعداد كبيرة للحصول على مكافحة كافية وسريعة (Van Steenis & El-Khawass ١٩٩٦).

- أعطى استعمال العنكبوتين المفترسين *Neoseiulus californicus*، و *N. cucumeris* مكافحة جيدة لكل من العنكبوتين *Phytonemus pallidus*، و *Tetranychus urticae* في الفراولة (Easterbrook وآخرون ٢٠٠١).

- استخدم العنكبوت المفترس *Neoseiulus cucumeris* (سابقًا *Amblyseius*

cucumeris) فـي مكافحـة العنكبـوت *Frankliniella occidentalis* علـى الخيـار (Jacobson وآخرون ٢٠٠١أ). وجدير بالذكر أن *N. cucumeris* لم يتأثر باستخدام الفطر *Beauveria bassani* فـي مكافحـة التربـس علـى نفس المحصـول (Jacobson وآخـرون ٢٠٠١ب).

المكافحة الحيوية بالاعتماد على الفطريات

على خلاف البكتيريا والفيروسات المستعملة فى المكافحة الحيوية للحشرات، فإن الفطريات المستعملة لهذا الغرض يمكن لجراثيمها الكونيدية الإنبات المباشر على السطح الخارجى لجسم الحسرة، وهى يمكن أن تصيب أى طور من الأطوار الحشرية، وقد تتخصص على طور أو أطوار معينة منها.

ويلزم عند المعاملة بالفطريات توفر رطوبة حرة ورطوبة نسبية عالية لكى يمكن أن تنبت الجراثيم الكونييدية، وهى التى تعد حساسة للأشعة فوق البنفسجية التى تفقدها فاعليتها.

إن من أهم سلبيات ومشاكل استعمال الفطريات فى المكافحة الحيوية للحشرات، ما يلى:

١- بطء فاعليتها، حيث تتطلب - عادة - أكثر من ٧ أيام.

٢- ضعف تأثيرها على الطور البالغ (من الذبابة البيضاء)؛ حيث يحتاج الأمر إلى عدة رشات لمكافحة الأجيال المتداخلة (من الذبابة البيضاء).

٣- تعتمد فاعليتها على تواجد ظروف بيئية مناسبة.

٤- احتمال وجود تفاعلات سلبية بينها وبين المبيدات الكيميائية الفطرية التى تستعمل فى مكافحة الأمراض.

٥- تفضيل الذبابة البيضاء للسطح السفلى للأوراق؛ مما يشكل صعوبة فى توصيل الفطر إليها.

٦- التكلفة العالية.

٧- قصر فترة احتفاظها بحيويتها، وخاصة فى حرارة الغرفة.

ومن أهم ما تجب مراعاته للتغلب على سلبيات ومشاكل الفطريات المستعملة فى المكافحة الحيوية للحشرات، ما يلى:

١- يفضل دائمًا استعمالها ضد طور الحوريات الأول، بهدف منع تكاثرها إلى مستويات يصعب التحكم فيها. هذا مع العلم بأن هذه الفطريات لا يمكن الاعتماد عليها فى مكافحة الأعداد الكبيرة جدًا من طور الحوريات الأول أو الحشرات البالغة. ومن ناحية أخرى فإن *B. bassina* و *P. fumosoroseus* متوافقتان مع مدى واسع من المبيدات الحشرية التى تستخدم فى التخلص من الحشرات المهاجرة التى تكون سريعة التكاثر وتنقل إلى النباتات الإصابات الفيروسية.

٢- ضرورة الاستفادة من الظروف البيئية المناسبة متى توفرت.

٣- تبادل المعاملة بفطريات المكافحة الحيوية مع المبيدات الفطرية؛ فلا تكون المعاملة بكليهما فى وقت واحد.

٤- استعمال رشاشات قادرة على توصيل محلول الرش إلى السطح السفلى للأوراق.

٥- إبطاء سرعة الرش، مع زيادة الضغط وحجم سائل الرش لتحقيق أكبر تغطية ممكنة لكل الأسطح النباتية.

٦- تركيز الرش على خطوط النباتات إن لم تكن تغطيتها للمصاطب كاملة.

٧- تخزين التحضيرات التجارية تحت تبريد أو فى حجرات مكيفة كلما أمكن ذلك (Faria & Wraight ٢٠٠١).

ويعتبر الفطر *Beauveria bassiana* أكثر الفطريات استخدامًا فى المكافحة الحيوية. يتواجد هذا الفطر فى التربة فى شتى أنحاء العالم، وتتفاوت الحشرات فى قابليتها للإصابة بمختلف سلالاته. وقد عزلت عديد من حشرات مصابة. وينتشر استعمال سلالتين على نطاق واسع، هما: GHA، و ATCC74040. هذا وتفصل الجراثيم الكونيدية من مزارع الفطر لأجل استعمالها رشًا فى التحضيرات التجارية.

يقتل الفطر *B. bassiana* الآفة بعد ملامسة جراثيم الفطر لها حيث تنبت وتخترق جسم الحشرة وينمو الفطر بداخلها، ويستغرق الأمر — عادة — نحو ٣-٥ أيام لحين موت الحشرة. وتشكل الأجسام الحشرية الميتة مصدرًا للانتشار الثانوى للفطر.

ويناسب إنبات جراثيم الفطر الرطوبة النسبية العالية وتواجد الرطوبة الحرة والحرارة المعتدلة أو المائلة للبرودة (٢١–٢٧°م)، ولكنها تتأثر سلبيًّا بالأشعة الشمسية.

ونظرًا لقصر فترة بقاء الجراثيم الكونيدية حية؛ لذا .. يجب الحرص على ملامسة محلول الرش للحشرات المستهدفة، مع توصيل محلول الرش إلى كل الأسطح الورقية بما في ذلك السطح السفلى للأوراق. وتتأثر فاعلية المقاومة بالفطر إيجابيًّا باستعمال تركيزات عالية من جراثيم الفطر مع الرش خلال المراحل المبكرة للنمو الحشرى قبل ظهور أضرار كبيرة من جراء الإصابة الحشرية.

يفيد الفطر *B. bassiana* فى مكافحة التربس والذبابة البيضاء والمنّ وديدان حرشفية الأجنحة والسوس ونطاطات الأعشاب والخنافس المغبِّرة وخنفساء كلورادو.

ومما تجب مراعاته بشأن استخدام الفطر فى المكافحة ما يلى:

١– لا تُجرى المعاملة إلا فى وجود الحشرات المستهدفة، فلا يجرى رش وقائى.

٢– قد لا تكفى رشة واحدة نظرًا لسرعة فقد الفطر لحيويته بفعل الأشعة الشمسية وسهولة غسيله من على الأسطح النباتية بالمطر وماء الرى بالرش.

٣– تزداد فاعلية الفطر على المراحل العمرية المبكرة للحشرات.

٤– عدم خلط الفطر مع مبيدات فطرية وعدم الرش بتلك المبيدات قبل مرور أربعة أيام على المعاملة بالفطر.

٥– محاولة زيادة الرطوبة النسبية قدر الإمكان لزيادة فاعلية الفطر.

ومن بين المستحضرات التجارية للفطر ما يلى:

١– Mycotrol O وهو يحتوى على سلالة الفطر GHA.

٢– Naturalis H & G وهو يحتوى على سلالة الفطر ATCC74040.

٣– Naturalis L وهو يحتوى على سلالة الفطر ATCC74040.

(عن Resource Guide for Organic Insect and Disease Management – الإنترنت – ٢٠٠٦).

كذلك يوفر الفطرين *Paecilomyces fumosoroseus*، و *Beauveria bassiana* مكافحة جيدة للذبابة البيضاء من خلال تأثيرهما على حوريات الحشرة وليس على الحشرة الكاملة، وذلك عند الرش بأى منهما كل ٤–٥ أيام فى الكنتالوب وكل ٧ أيام فى الكوسة (Wraight وآخرون ٢٠٠٠).

وقد أدت المعاملة بالفطر *P. fumosoroseus* (السلالة Apopka 97) إلى مكافحة ذبابة البيوت المحمية البيضاء *Trialeurodes vaporariorum* بصورة جيدة (Van de Veire & Degheele ١٩٩٦، و Sterk وآخرون ١٩٩٦).

وأظهرت يرقات فراشة درنات البطاطس *Phthorimaea operculella* قابلية شديدة للإصابة بكل من الفطر *Metarhizium anisopliae* والفيرس granulosis virus، علمًا بأنهما يعطيان تأثيرًا أشد فى مكافحة اليرقات إذا ما استعملا معًا بتركيز عالٍ من الفطر وبتركيز منخفض من الفيرس (Sewify وآخرون ٢٠٠٠).

كما أظهرت الدراسات أن كلا من الفطرين *Beauveria bassiana*، و *Metarhizium anisopliae* يتطفلان على سوسة البطاطا *Cylas puncticollis*، ويؤديان إلى الحد من تغذيتها وخصوبتها، وضعف حيوية بيضها (Ondiaka وآخرون ٢٠٠٨).

المكافحة الحيوية بالاعتماد على البكتيريا

إن التقدم الهائل الذى حدث فى دراسات حث تطوير المقاومة الجهازية فى النباتات ضد الأمراض عن طريق المعاملة بالكائنات الدقيقة – وخاصة ببكتيريا المحيط الجذرى – لا يزال فى أولى خطواته بالنسبة لدراسات حث المقاومة الجهازية ضد الحشرات والأكاروسات بالاستعانة بالبكتيريا، إلا أن هذه النوعية من الدراسات قد تفتح آفاقًا واسعة جديدة فى مجال مكافحة الحشرات.

فمثلاً .. أدت معاملة بيئة الزراعة فى مشاتل الفلفل بمخلوط من نوعى البكتيريا *Bacillus subtilis*، و *Bacillus amyloliquefaciens* إلى جعل النباتات – بعد شتلها – أكثر قدرة على تحمل الإصابة بمنّ الخوخ الأخضر *Mayzus persicae* (Herman وآخرون ٢٠٠٨).

هذا .. إلا أن الاهتمام الأكبر فى مجال مكافحة الحشرات بالبكتيريا ينصب فى الوقت الحاضر – ومن قبل منتصف القرن العشرين – على الاستعانة بالبكتيريا *Bacillus thuringensis*.

اكتشفت قدرة البكتيريا *Bacillus thuringensis* (اختصارًا: Bt) على قتل الحشرات فى عام ١٩١١، ولكنها لم تتوفر تجاريًّا لهذا الغرض إلاّ فى عام ١٩٥٠.

يتعين لكى تكون البكتيريا مؤثرة أن تتناولها الحشرة فى غذائها، وعندما تصل إلى الخلايا المبطنة للأمعاء فإنها تتلفها؛ مما يفقد الحشرة الرغبة فى التغذية، حيث تموت من الجوع فى خلال يوم واحد إلى أيام قليلة، ولكنها – وحتى تموت – لا تُحدث أضرارًا بالأنسجة النباتية.

ولأن الحشرة يجب أن تحصل على البكتيريا فى غذائها، فإن الرش يجب أن يشمل كل الأسطح النباتية، وعلى الرغم من ذلك فإن بعض الديدان كالناخرات تصل إليها البكتيريا ضمن غذائها.

ليست لهذه البكتيريا تأثيرات سلبية على الأعداء الحشرية الطبيعية من المفترسات والمتطفلات، كما أنها لا تؤثر على الحشرات الملقحة مثل النحل.

إن أكثر سلالات البكتيريا شيوعًا فى الاستعمال هى *kurstai*، وهى المتخصصة على يرقات حرشفية الأجنحة. كذلك تستعمل سلالات *Israelensis* فى مكافحة البعوض. وسلالات San diego/*tenebrionis* فى مكافحة بعض أنواع الخنافس (Colorado State University – الإنترنت – ٢٠٠٦).

يتحد سم البكتيريا Bt – فى خلال دقائق من تناول الحشرة له فى غذائها – مع مستقبلات خاصة فى جدار معى الحشرة، وتتوقف بعدها الدودة عن التغذية. وفى خلال ساعات ينهار جدار معى الحشرة بما يسمح لجراثيم الـ Bt والبكتيريا التى تتواجد طبيعيًّا بالدخول فى تجويف جسم الحشرة حيث يذوب سُمّ الـ Bt. وفى خلال يوم إلى يومين تموت اليرقة مع انتشار جراثيم الـ Bt وبكتيريا المعى فى دمها.

تُنتج تلك البكتيريا تجاريًّا فى تانكات تخمر ضخمة، ومع توفر الظروف المناسبة .. فإن كل خلية بكيترية تُنتج جرثومة وبروتين بللورى سام يُعرف باسم endotoxin.

عند تناول الحشرة لهذا السم فإن السم ينشط فى الوسط القاعدى بالمعى وبالنشاط الإنزيمى فيها. ويحدد وجود مستقبلات معينة للسم الحشرى ما إذا كانت البكتيريا ستكون مؤثرة أم غير مؤثرة، أى أن التخصص البكتيرى يتحدد بتلك المستقبلات التى يجب أن تكون متوافقة معه.

هذا .. وليس للبكتيريا التى تتكاثر فى جسم الدودة دورًا تاليًا فى مكافحة أجيال أخرى من الحشرة (Weinzierl وآخرون ٢٠٠٦).

ونظرًا لضرورة تناول الحشرة للسمِّ فى غذائها لكى يكون فعالاً، فإنه يتعين إجراء المعاملة فى الجزء النباتى الذى تتغذى عليه الحشرة وفى الوقت الذى تحدث فيه التغذية.

وكما هو الحال مع معظم المبيدات الحشرية، فإن اليرقات الصغيرة تكون أكثر تأثرًا بالسم البكتيرى عن اليرقات المتقدمة فى العمر؛ لذا يلزم توقيت المعاملة تبعًا لذلك؛ مما يعنى أهمية الاكتشاف المبكر للإصابة الحشرية.

وتجدر الإشارة إلى أن المادة الفعالة قد لا تبقى فعالة لأكثر من أيام قليلة بعد الرش بسبب تحللها بفعل الأشعة الشمسية. لذا .. فإنه يلزم — غالبًا — تكرار المعاملة. كذلك يلزم احتواء محلول الرش على مواد لاصقة (لكى يلتصق السم الحشرى بالأسطح النباتية)، وأخرى مثبطة للأشعة فوق البنفسجية (لأجل حماية السم الحشرى من التحلل بفعل الضوء).

وكما هو الحال مع عديد من المبيدات الحشرية، فإن الحشرات يمكن أن تطور مقاومة ضد السم البكتيرى؛ الأمر الذى حدث بالفعل مع كل من خنفساء كلورادو والفراشة ذات الظهر الماسى. ولتجنب تكرار ذك مع حشرات أخرى يجب عدم اللجوء إلى استعمال سموم الـ Bt إلا عند الضرورة ومع وسائل المكافحة المتكاملة الأخرى. كذلك يفضل استخدام السم فى جيل واحد من الحشرة واللجوء إلى وسائل أخرى لمكافحة الجيل التالى له.

وتجدر الإشارة إلى أن الأنواع البكتيرية للجنس *Pseudomonas* المحولة وراثيًا بجين البروتين البللورى لا يُسمح باستخدامها فى الزراعات العضوية.

إن أول ما أُنتج من منتجات الـ Bts التجارية — والتى مازال الكثير منها مستعملاً إلى اليوم — حُصل عليها من بعض الطرز لأنواع برية من البكتيريا، ومن أمثلة تلك المنتجات: DiPel، و Javalin، و XenTari. وقد أمكن التوصل إلى سلالات جديدة من البكتيريا عن طريق عملية الدمج البكتيرى conjugation (أو transconjugation)، وهى عملية تحدث فى الطبيعة وتماثل عملية التهجين فى النباتات الراقية. وبمقتضاها فإن تحت نوعين اثنين أو أكثر تخلط معًا بطريقة تيسر انتخاب سلالات جديدة من خلايا بكتيرية ذات صفات مرغوب فيها تتجمع فيها صفات من الأبوين. وتلك الطريقة يُسمح بها لإنتاج منتجات للزراعة العضوية، ومن أمثلة المنتجات التى حُصل عليها بهذه الطريقة Condor، و Cutlass.

ويتطلب التوصل إلى بعض المنتجات المتحصل علىها من الطرز البرية اللجوء إلى أساليب الهندسة الوراثية، وهى منتجات لا يُسمح بها فى الزراعة العضوية. ومن أمثلتها Mattch، وفيها يحول الطراز البكتيرى البرى ليصبح قادرًا على تكوين سُمِّ الـ Bt داخل كبسولة طبيعية تحميه من التحلل بفعل العوامل البيئية. وبمقتضى هذه الطريقة يتم تحويل أحد أنواع الجنس *Pseudomonas* لإنتاج سُم الـ Bt بأساليب الهندسة الوراثية. وبعد عملية التحول الوراثى يتم قتل البكتيريا الـ *Pseudomonas* المحتوية على سُمِّ الـ Bt — داخل كبسولة — باستعمال الأشعة فوق البنفسجية.

تحضر مزارع البكتيريا *B. thuringensis* تجاريًا، وتُسوق فى صورة مساحيق قابلة للبلل تحت أسماء عديدة؛ منها: الـ Dipel، والـ Bitriol، والـ Thuricide. وهى شديدة الفاعلية ضد بعض الديدان؛ مثل: الـ loopers، وديدان الكرنب cabbage warms، والدودة القارضة، ولا يبقى منها أى أثر ضار بالإنسان، وتعتبر رخيصة نسبيًا، بالمقارنة بالمبيدات الحشرية. ويرخّص باستعمالها فى مكافحة يرقات رتبة حرشفية الأجنحة (Lepidopterous larvae) فى أكثر من ٢٠ محصولاً من الخضر. وقد أنتجت منها سلالات عالية الضراوة.

من بين الديدان التى نادرًا ما تُكافح أو تنجح مكافحتها ببكتيريا الـ Bt حفار أشجار الخوخ (فى الفواكه ذات النواة الحجرية)، ودودة كيزان الذرة، وحفار ساق الكوسة، والديدان القاطعة cutwors، إلا أن بكتيريا الـ Bt تستعمل فى مكافحة حفار ساق الذرة الأوروبى، ولكن يتعين أن تجرى المعاملة بطريقة تسمح بتسرب المبيد من قمة النباتات.

يتخصص تحت النوع *israelensis* على يرقات بعض حشرات رتبة Diptera، وخاصة يرقات البعوض، والذباب الأسود black flies والـ fungal gnats فى مزارع عيش الغراب، ولكنها لا تكافح يرقات الذبابة المنزلية، أو ذبابة الاصطبلات، أو الذبابة السّروء التى تضع بيضها على اللحم.

يفيد إجراء المعاملة ببكتيريا الـ Bt متأخرا بعد الظهر أو فى المساء فى زيادة فاعلية المكافحة لأن البكتيريا تبقى على النموات الخضرية طوال الليل قبل أن تضعف فاعليتها بالتعرض للأشعة الشمسية القوية أثناء النهار التالى. كذلك تُعطى المعاملة فى الأيام التى تسودها الغيوم — بدون أمطار — نتائج مماثلة.

ومما يفيد فى حماية جراثيم البكتيريا من الأشعة فوق البنفسجية اتباع طرق معينة فى إنتاجها يتم بواسطتها كبسلة جراثيم الـ Bt أو سمومها فى غلاف جينى مثل النشا، أو بجعلها داخل خلايا ميتة لبكتيريا أخرى (Weinzierl وآخرون ٢٠٠٦).

ومن بين المنتجات المحتوية على سمّ الـ Bt والمسموح بها فى الزراعات العضوية، ما يلى:

البكتيريا	المنتجات التجارية
Bacillus thuringensis* subsp. *aizawai	**Able, Agree, XenTari**
B. thuringensis* subsp. *kurstaki	**Deliver,Biobit, Britz Bt Dust, Dipel 2x, DiPel DF, Javelin**
B. thuringensis* subsp. *israelensis	**Gnatrol WDG, VectoBac WDG**

(عن — Resource Guide for Organic Insect and Disease Management الإنترنت – ٢٠٠٧).

هذا .. ولا تؤثر منتجات الـ Bt على الأعداء الطبيعية للحشرات إلاّ بصورة غير مباشرة من خلال تقليلها لغذائها (الذى يتكون من الحشرة المستهدفة بالمكافحة) فى البيئة الطبيعية. ومن أمثلة ذلك .. ما وُجِدَ (Loganathan وآخرون ٢٠٠١) من إمكان استعمال المنتج التجارى Spicturin (المتحصل عليه من *B. thuringiensis* var. *galleriae*) فى مكافحة الفراشة ذات الظهر الماسى (*Pluttela xylostella*) دون أن يكون لذلك تأثير مباشر على العدو الطبيعى *Cotesia plutellae* الذى يتطفل على الفراشة.

ومع تكرار الاعتماد على *B. thuringensis* فى مكافحة الحشرات دون أن يكون ذلك ضمن برنامجاً للمكافحة المتكاملة، فإن الاحتمال يكون واردًا لظهور سلالات جديدة من الحشرات مقاومة لسم الـ Bt.

وقد تبين من دراسة أجريت على الفراشة ذات الظهر الماسى *Plutella xylostella* — وهى أول حشرة ظهرت فيها مقاومة لسمِّ البكتيريا *B. thuringensis* — أن جينًا واحدًا متنحيًا بالحشرة أكسبها مقاومة عالية جدًّا ضد أربعة من سموم الـ Bt، هى: Cryl1Aa، و Cryl1Ab، و Cryl1Ac، و Cryl1F. ولقد أظهرت تلك الدراسة أن ٢١٪ من أفراد سلالة قابلة للإصابة بالسم البكتيرى كانت خليطة فى ذلك الموقع الجينى المسئول عن المقاومة المتعددة؛ مما يدل على أن احتمالات تطوير الحشرات لبعض مجموعات من تلك السموم البكتيرية هى احتمالات كبيرة وقائمة (Tabashnik وآخرون ١٩٩٧).

المكافحة الحيوية بالاعتماد على الفيروسات

إن الفيروسات المستخدمة فى المكافحة الحيوية للحشرات تعد شديدة التخصص، وعادة يكون تخصصها على جنس حشرى واحد، وأحيانًا على نوع حشرى واحد.

ومعظم تلك الفيروسات هى إما nuclear polyhydrosis viruses، وفيها يتجمع عديد من جزيئات الفيرس داخل غلاف بللورى بنواة خلايا الحشرة، وإما granulosis viruses، وفيها يُحاط جزئ فيروسى واحد أو جزيئين بشبه كبسولة حبيبية بروتينية بنواة خلايا الحشرة.

لابد أن تتناول الحشرات المستهدفة بالمكافحة الفيرس فى غذائها، حيث ينتهى به المطاف إما فى معى الحشرة، وإما فى أنسجة حشرية أخرى كما فى يرقات حرشفية الأجنحة. ينتهى الأمر بالحشرات المصابة إلى سيولة أعضائها الداخلية وموتها، وتصبح هى ذاتها مصدرًا لاستمرار تواجد الفيرس بالحقل (Weinzierl وآخرون ٢٠٠٦).

وقد أعطت المقاومة الثلاثية بخليط من *Bacillus thuringiensis* subsp. *galleriae*، مع الفيرس *Mamestra brassicae* nucleopolyhedrovirus (اختصارًا: MbNPV)، والإنزيم chitinase أقوى مكافحة لحشرات الكرنب: فراشة الكرنب *M. brassicae*، والفراشة ذات الظهر الماسى *Plutella xylostella*، والفراشة البيضاء الكبيرة *Pieris brassicae* (Shternshis وآخرون ٢٠٠٢).

المكافحة الحيوية بالاعتماد على النيماتودا

تستخدم النيماتودا المرضة للحشرات فى مكافحة عديد من الحشرات التى تعيش فى التربة، وكذلك تلك التى تصيب النموات الخضرية. وتنتج تلك النيماتودا تجاريًّا فى تانكات تخمير سعة ٣٠–٨٠ ألف لتر وبكثافة تصل إلى ١٥٠ ألف يرقة من الطور المتطفل/مل؛ مما جعل استخدام تلك النيماتودا فى المكافحة فى وضع تنافسى مع استخدام المبيدات.

تُعد النيماتودا فى العائلتين Steinernematidae، و Heterorhabditae متطفلات إجبارية على الحشرات، ولها علاقة معيشة تعاونية مع البكتيريا *Xenorhabdus* spp. التى تلعب دورًا حاسمًا فى حياة النمياتودا. والطور القادر على إصابة الحشرات هو الطور اليرقى الثالث الذى يعيش حرًا ويتحرك ولا يتغذى، وهو الطور الوحيد من النيماتودا الذى يمكنه البقاء خارج عائله. وعندما يجد هذا الطور اليرقى عائلاً مناسبًا فإنه يدخُلَه من خلال أى من الفتحات الطبيعية مثل الفم والشرج والفتحات التنفسية.

وما أن تصبح النيماتودا داخل جسم الحشرة حتى تُهاجر إلى الـ hemocoel حيث يوجد دم الحشرة، وحيث تبدأ فى التطور. فى البداية تطلق النيماتودا البكتيريا التى سريعًا ما تتكاثر وتؤدى إلى موت الحشرة فى خلال ٢٤–٤٨ ساعة، ويوفر تكاثر

البكتيريا بيئة مثالية لنمو وتكاثر النيماتودا. تتغذى النيماتودا النامية على الخلايا البكتيرية وأنسجة الحشرة. وتمر النيماتودا بعدة أجيال داخل الحشرة الميتة إلى أن تنطلق يرقات الطور الثالث مرة أخرى في البيئة. وتكمل النيماتودا دورة حياتها — عادة — في خلال ١٠–٢٠ يومًا على حرارة ١٨–٢٨°م (Martin ١٩٩٧).

تدخل النيماتودا المتطفلة على الحشرات في داخل تلك الحشرات عن طريق فتحات التنفس، أو الفم، أو فتحة الشرج كما أسلفنا، ولكن بعض أنواعها يمكنها اختراق الأجزاء الرقيقة من كيوتكل الحشرة. ويلى دخولها جسم الحشرة إطلاق النيماتودا لبكتيريا معينة هى: *Xenorhabdus luminescens*. هذه البكتيريا لا تتواجد إلا مع الأنواع النيماتودية المستخدمة فى المكافحة الحيوية. وبنشاط تلك البكتيريا فإنها تفرز سُمًا يقضى على الحشرة فى خلال أيام قليلة. وكما أسلفنا .. فإن البكتيريا تتكاثر داخل جسم الحشرة، وتتغذى النيماتودا على البكتيريا، وتكمل النيماتودا نموها وتتناسل وتتكاثر داخل الحشرة. وفى نهاية الأمر يصبح جسم الحشرة مملوءًا بالنيماتودا. التى تخرج منها باحثة عن أفراد حشرية أخرى لتعيش عليها. ولم يثبت وجود أى ضرر لهذه البكتيريا على النباتات ولا يمكنها إصابتها.

يتضح مما تقدم أن غذاء النيماتودا التى تستعمل فى المكافحة الحشرية هو البكتيريا، وأن تلك البكتيريا هى المتطفل الحقيقى للحشرة. وعلى الرغم من توفر أنواع نيماتودية تتخذ من بعض الحشرات — كالصراصير — غذاء طبيعيًّا لها، إلا أنها أقل شيوعًا لأن إكثارها يتطلب استعمال حشرات حية (University of Florida — الإنترنت — ٢٠٠٦).

هذا .. وتسمح وكالة حماية البيئة الأمريكية Environmental Protection Agency (اختصارًا: EPA) باستخدام النيماتودا المتطفلة على الحشرات — والتى تعيش تعاونيًّا مع البكتيريا — فى المكافحة دونما حاجة إلى إجراءات التسجيل؛ الأمر الذى يحدث كذلك فى عديد من الدول الأخرى.

يمكن المعاملة بالنيماتودا بجميع أنواع الرشاشات المستخدمة فى المكافحة بالمبيدات، كما يمكن أن تكون إضافتها من خلال شبكات الرى بالتنقيط وبالرش، ولم يكن لضغط حتى ٢٠٦٨ كيلوباسكال تأثيرات ضارة على النيماتودا، ولكنها أضيرت تحت ضغط

١٣٧٩٠ كيلوباسكال. هذا .. ويتراوح قطر النيماتودا بين ٢٠، و ٢٥ ميكروميتر، بما يسمح لها بالمرور بسهولة من فتحات الرشاشات الغربالية التى يصل قطرها إلى ٥٠ ميكروميتر.

ويتعين رى الحقل قبل المعاملة بالنيماتودا وبعدها لتحقيق أكبر كفاءة ممكنة؛ فالماء الحر ضرورى لحركة النيماتودا، ولنقلها إلى العمق الذى قد تتواجد فيه الحشرات. ويكفى — عادة — ٦ مم من ماء الرى قبل المعاملة بالنيماتودا، و ٦–١٢,٥ مم بعدها مع استمرار ترطيب التربة لعدة أسابيع بعد المعاملة.

وتتأثر النيماتودا سلبًا بالتعرض — ولو لدقائق معدودة — للأشعة فوق البنفسجية ولحرارة تزيد عن ٣٣°م؛ الأمر الذى تجب الاحتياط له عند المعاملة (Martin ١٩٩٧).

ولقد أمكن مكافحة القواقع *Arion ater*، و *Deroceras reticulatum* فى زراعات الخس المحمية — جوهريًا — بمعاملة التربة — قبل الزراعة — بالنيماتودا المتطفلة *Phasmarhabditis hermaphrodita* (Wilson وآخرون ١٩٩٥).

كما أمكن أيضًا مكافحة اليرقانة (البزاقة العريانة) slug (الاسم العلمى *D. reticulatum*) فى الكرنب الصينى حيويًا بمعاملة التربة بنفس النيماتودا *P. hermaphrodita* (Wilson وآخرون ١٩٩٦)، ويكفى مجرد رش التربة بمعلق النيماتودا حول النباتات (Hass وآخرون ١٩٩٩).

المقاومة الجهازية المستحثة

تستجيب النباتات لتغذية الحشرات عليها بتكوين مثبطات لإنزيمات البروتينيز proteinase inhibitors وتراكمه فيها فى كل من الأوراق التى تعرضت للأضرار الحشرية وكذلك الأوراق البعيدة عنها. تمنع تلك المثبطات نشاط إنزيمات البروتينيز الهاضمة التى تتواجد فى معى الحشرات؛ مما يؤدى إلى سوء تغذيتها، ونقص نموها، وإلى موتها أحيانًا.

ولقد دُرِس تكوين تلك المثبطات فى كل من البطاطس والطماطم، كما أنها وجدت فى نباتات أخرى، منها البرسيم الحجازى، والكنتالوب، والذرة.

وبعزل المركب المسئول عن الإشارة الجهازية من الطماطم، وجد أنه عبارة عن بيبتيدة تتكون من ثمانية عشر حامضًا أمينيًّا أطلق عليها اسم سيستيمين systemin.

ولقد وجد أن المعاملة بالسيستيمين بتركيزات منخفضة تصل إلى الفمتومول تستحث إنتاج مثبطات البروتينيز فى نباتات الطماطم الصغيرة. كما وجد أن ببتيدة محضرة صناعيًّا من السيستيمين أظهرت نفس النشاط البيولوجي.

وقد ذُكرت ثلاث آليات أخرى تمكن النباتات من توصيل إشارات جهازية تفيد حدوث إصابات حشرية على بعض أجزائه، هى: حامض الأبسيسيك، والإشارات الكهربائية electrical signal، والإشارات الهيدروليكية hydroraulic signals التى يمكن أن تنتقل فى أوعية القمح بسرعة لا تقل عن ١٠ سم/ثانية، إلاّ أن أيًّا من تلك الآليات لا يمكنها – بذاتها – حث تمثيل مثبطات البروتينيز (عن Sticher وآخرين ٢٠٠١).

القسم الثانى

التطبيقات

نتناول بالشرح فى هذا القسم من الكتاب بعض جوانب المكافحة المتكاملة لمختلف مسببات الأمراض والآفات والحشائش، مع تخصيص فصلين مستقلين للمكافحة المتكاملة فى كل من الزراعات المحمية وفيما بعد الحصاد.

وتجنباً للتكرار فيما بين فصول القسمين الأول والثانى من الكتاب، فإننا توخينا الاختصار فى سرد مختلف أساليب المكافحة المتكاملة لمختلف الأمراض والآفات فى القسم الثانى، ولكن يوصى عند الرغبة فى التزود بتفاصيل بعض المواضيع الرجوع إليها فى فصول القسم الأول.

وكبيان عملى لما تضمه فصول هذا القسم، نقدم – فيما يلى – عرضًا مجدولاً لأساليب المكافحة المتكاملة الموصى بها لعدد من الأمراض.

أولاً: طرق المكافحة مقسمة حسب طبيعة المرض:

طبيعة المرض	وسائل المكافحة
١– عفن أعضاء التخزين أو استهلاك وفساد الغذاء المخزن	تجنب حدوث الجروح
	المعاملة الكيميائية
	التحكم فى ظروف التخزين
٢– إعاقة إنبات البذور أو نمو البادرات	معاملة البذور بالمبيدات
	معاملة التربة بالمبيدات
	تحسين الممارسات الزراعية
	اختيار الموقع المناسب لزراعة المشاتل
٣– إعاقة امتصاص الماء والعناصر الغذائية:	
أ– أعفان الجذور الفطرية	زراعة الأصناف المقاومة إن وجدت
	اتباع دورة زراعية مناسبة
	معاملة التربة بالمبيدات
	المكافحة الحيوية
ب– النيماتودا التى تصيب الجذور	تبخير التربة أو معاملتها بالمبيدات
	اتباع دورة زراعية
	زراعة الأصناف المقاومة

طبيعة المرض	وسائل المكافحة
٤- إعاقة حركة الماء داخل النبات:	
أ- بسبب بكتيريا أو فطريات تعيش فى التربة	زراعة الأصناف المقاومة
	اتباع دورة زراعية مناسبة
	معاملة التربة بالمبيدات
	المكافحة الحيوية
ب- بسبب بكتيريا تنقلها الحشرات	زراعة الأصناف المقاومة
	مكافحة الحشرات
	اتباع دورة زراعية مناسبة
جـ- العفن الحلقى	زراعة تقاو خالية تمامًا من الإصابة
	تعقيم التربة
٥- إعاقة البناء الضوئى:	
أ- البياض الدقيقى	الحماية بالمبيدات
	زراعة الأصناف المقاومة
ب- البياض الزغبى	الحماية بالمبيدات
	زراعة الأصناف المقاومة
جـ- لفحات الأوراق وتبقعات الأوراق	الحماية بالمبيدات
	زراعة الأصناف المقاومة
	استعمال تقاو خالية من الإصابة أو التلوث
د- الأنثراكنوز	الحماية بالمبيدات
	الحماية بالمبيدات
	معاملة البذور
	استعمال تقاو خالية من الإصابة
	اتباع دورة زراعية مناسبة
هـ- الصدأ	زراعة الأصناف المقاومة
	الحماية بالمبيدات
٦- إعاقة حركة الغذاء أو إعاقة تخزينه	
أ- الفيروسات (الموزايك)	استعمال تقاو خالية من الفيرس
	زراعة الأصناف المقاومة
	مكافحة المنّ

وسائل المكافحة	طبيعة المرض
استعمال تقاو خالية من الفيرس	ب- الفيروسات (الاصفرار)
زراعة الأصناف المقاومة	
مكافحة الحشرات الناقلة للفيرس	
معاملة البذور	جـ- التفحمات
زراعة الأصناف المقاومة	
استعمال تقاو خالية من الإصابة	

ثانيًا: طرق مكافحة الأمراض فى مختلف محاصيل الخضر:

عن (Jsakeit & Philley ٢٠٠٧).

المحصول	المرض	وسائل المكافحة
الفاصوليا	اللفحة الجنوبية	قلب بقايا النباتات المصابة عميقًا فى التربة
	عفن جذور رايزكتونيا	قلب بقايا النباتات عميقًا فى التربة
	الذبول الطرى	الزراعة بعد ما ترتفع حرارة التربة عن ١٦°م
		الزراعة على خطوط أو مصاطب مرتفعة
		معاملة البذور بالمبيدات
		معاملة التربة بالمبيدات الفطرية
	موزايك الفاصوليا العادى	استعمال بذور خالية من الإصابة بالفيرس
		زراعة الأصناف المقاومة
	اللفحة البكتيرية	استعمال بذور خالية من الإصابة بالبكتيريا
		المعاملة بالمبيدات النحاسية
		اتباع دورة زراعية ثنائية
	السركسبورا وتبقعات الأوراق الأخرى	المعاملة بالمبيدات
		اتباع دورة زراعية ثنائية
	العفن الأبيض	المعاملة بالمبيدات
		زيادة مسافات الزراعة
		إقامة خطوط الزراعة فى اتجاه الرياح السائدة

المحصول	المرض	وسائل المكافحة
	الأمراض الفيروسية	زراعة الأصناف المقاومة
	جرب الخيار	قلب بقايا النباتات المصابة عميقاً فى التربة
		استعمال بذور خالية من الإصابة
		اتباع دورة زراعية ثلاثية
		زراعة الأصناف المقاومة
		مقاومة خنافس الخيار التى تنشر المرض
الجزر	العفن الطرى البكتيرى	تداول الجزر بحرص عند الحصاد وبعده لتقليل التجريح قدر المستطاع
		إذا ما غسل الجزر بعد الحصاد يتعين معاملته بماء مكلور يحتوى على الكلوراكس التجارى بنسبة ١ : ٥٠٠ ماء
		التخزين على حرارة ١°م
		قلب بقايا النباتات المصابة عميقاً فى التربة
		عدم استعمال بذور حاملة للبكتريا المرضة
		اتباع دورة زراعية ثنائية أو ثلاثية
	لفحة ألترناريا ولفحة سركسبورا	المعاملة بالمبيدات الفطرية
		قلب بقايا النباتات المصابة عميقاً فى التربة
		عدم استعمال بذور حاملة للفطريات المرضة
		زراعة الأصناف المقاومة
		اتباع دورة زراعية ثنائية
الذرة السكرية	لفحة أوراق الذرة الشمالية	قلب بقايا النباتات المصابة عميقاً فى التربة
		المعاملة بالمبيدات
	الأصداء	زراعة الأصناف المقاومة
		اتباع دورة زراعية
		قلب بقايا النباتات المصابة عميقاً فى التربة
	التفحم العادى	زراعة الأصناف المقاومة
	البياض الزغبى	معاملة البذور بالـ metalaxyl/mefenoxam

المحصول	المرض	وسائل المكافحة
		اتباع دورة زراعية ثنائية مع عدم زراعة الذرة السكرية بعد الذرة الرفيعة
	فيرس موزايك وتقزم الذرة	زراعة الأصناف المقاومة
		التخلص من حشيشة جونسون فى حقل الزراعة وحوله
	ذبول استيورات	زراعة بذور خالية من البكتيريا الممرضة
الباذنجان	اللفحة الجنوبية	قلب بقايا النباتات المصابة عميقاً فى التربة
		اتباع دورة زراعية يراعى فيها أن الفاصوليا والطماطم واللوبيا والبامية والفول السودانى تصاب بالمرض
	ذبول فيرتسيليم	معاملة البذور بالماء الساخن على ٤٩°م لمدة ٢٠ دقيقة
	لفحة فومبوسس	زراعة الأصناف المقاومة
		زراعة بذور خالية من الفطر الممرض
		اتباع دورة زراعية ثلاثية
		المعاملة بالمبيدات
الخس	العفن الطرى البكتيرى	تحسين الصرف
		عدم الرى بالرش
	البياض الزغبى	زراعة الأصناف المقاومة
		اتباع دورة زراعية ثلاثية
		المعاملة بالمبيدات
	عفن القاعدة	عدم زراعة الخس بعد الطماطم أو البطاطس أو الفاصوليا
		الزراعة على مصاطب عريضة مرتفعة
		قلب بقايا النباتات المصابة عميقاً فى التربة
		المعاملة بالمبيدات
	سقوط اسكليروتينيا	اتباع دورة زراعية طويلة

المحصول	المرض	وسائل المكافحة
		تحسين الصرف
		عدم الرى بالرش
		زراعة الأصناف المقاومة
		المعاملة بالمبيدات
	موزايك الخس	مكافحة الحشائش فى الحقل وحوله
		زراعة البذور المعتمد خلوها من الفيرس
		زراعة الأصناف المقاومة
البصل والثوم	الجذر الوردى	زراعة الأصناف المقاومة
	اللفحة الأرجوانية	اتباع دورة زراعية
		المعاملة بالمبيدات
	لفحة أوراق بوتريتس	المعاملة بالمبيدات
البسلة	عفن جذور بثيم وفيوزاريم	الدورة الزراعية
	البياض الدقيقى	المعاملة بالمبيدات
		زراعة الأصناف المقاومة
الفلفل	لفحة فيتوفثورا	تحسين الصرف
		الزراعة على مصاطب مرتفعة
		المعاملة بالمبيدات الفطرية
		استعمال بذور خالية من الإصابة فى الزراعة
		اتباع دورة زراعية ثلاثية
		زراعة الأصناف المقاومة، مع ملاحظة تواجد سلالات من الفطر
	تبقع الأوراق السركسبورى	المعاملة بالمبيدات الفطرية
		ملاحظة أن الفطر يعيش فى التربة لمدة عام واحد
	البياض الدقيقى	المعاملة بالمبيدات الفطرية
	فيرس موزايك التبغ	زراعة الأصناف المقاومة
		اتباع دورة زراعية ثنائية

المحصول	المرض	وسائل المكافحة
	فيروس واى البطاطس	تجنب الانتقال الميكانيكى للفيروس مكافحة الحشائش فى حقل الزراعة وحوله زراعة الأصناف المقاومة اتباع دورة زراعية ثنائية مكافحة المنّ الناقل للفيروس استعمال أغطية بلاستيكية للتربة عاكسة للضوء
	فيروس إتش التبغ TEV	مكافحة الحشائش فى حقل الزراعة وحوله زراعة الأصناف المقاومة مكافحة المنّ الناقل للفيروس استعمال أغطية بلاستيكية للتربة عاكسة للضوء
	البقع البكتيرية	اتباع دورة زراعية ثنائية مكافحة الحشائش فى حقل الزراعة وحوله زراعة الأصناف المقاومة مع ملاحظة تواجد سلالات من البكتيريا المعاملة بالمبيدات النحاسية قلب بقايا النباتات المصابة عميقًا فى التربة استعمال بذور خالية من البكتيريا المرضة اتباع دورة زراعية ثنائية
البطاطس	الجذع الأسود	تجنب الرى الزائد تجنب غسيل درنات التقاوى
	الجرب العادى	توفير رطوبة جيدة فى التربة قبل وبعد وضع الدرنات
	الندوة المبكرة	المعاملة بالمبيدات قلب بقايا النباتات المصابة عميقًا فى التربة اتباع دورة زراعية ثلاثية أو رباعية

المحصول	المرض	وسائل المكافحة
		تتوفر مقاومة جزئية فى بعض الأصناف
	الندوة المتأخرة	المعاملة بالمبيدات لأجل الوقاية من الإصابة
		قلب بقايا النباتات المصابة عميقاً فى التربة
		استعمال تقاو خالية من الإصابة
		ابتاع دورة زراعية ثلاثية
		تتوفر مقاومة جزئية فى بعض الأصناف
		عدم ترك أى درنات غير صالحة للاستعمال فى الحقل
		التخلص من أى نباتات تنمو من درنات المحصول السابق
	الفيروسات	زراعة تقاو خالية من الإصابات الفيروسية
السبانخ	الذبول الفيوزارى	اتباع دورة زراعية طويلة
	الصدأ الأبيض	اتباع دورة زراعية ثلاثية
		المعاملة بالمبيدات الفطرية
		قلب بقايا النباتات المصابة عميقاً فى التربة
		زراعة الأصناف المقاومة
	البياض الزغبى	اتباع دورة زراعية
		معاملة التربة بالـ **metalaxyl** أو الـ **mefenoxam**
		زراعة الأصناف المقاومة
		قلب بقايا النباتات المصابة عميقاً فى التربة
	تبقعات الأوراق الفطرية	المعاملة بالمبيدات الفطرية
		الدورة الزراعية
		قلب بقايا النباتات المصابة عميقاً فى التربة
	الفيروسات	زراعة الأصناف المقاومة
		مكافحة الحشائش فى حقل الزراعة وحوله
البطاطا	القشف	عدم استعمال سبلة ماشية فى حقل الزراعة

المحصول	المرض	وسائل المكافحة
		استعمال شتلات من جذور خالية من الإصابة
		اتباع دورة زراعية
	اللفحة الجنوبية	قلب بقايا النباتات المصابة عميقاً فى التربة
		اتباع دورة زراعية
	العفن الأسود	استعمال عقل نظيفة تؤخذ من أعلى سطح التربة بنحو ٣ سم على الأقل
		اتباع دورة زراعية
الطماطم	الذبول الفيوزارى	زراعة الأصناف المقاومة، مع ملاحظة وجود ثلاث سلالات من الفطر
		استعمال بذور خالية من الفطر المرض
		اتباع دورة زراعية تزيد عن ٦ سنوات
	اللفحة الجنوبية	الدورة الزراعية
		قلب بقايا النباتات المصابة عميقاً فى التربة
	الندوة المبكرة	المعاملة بالمبيدات
		قلب بقايا النباتات المصابة عميقاً فى التربة
		اتباع دورة زراعية ثلاثية أو رباعية
		تتوفر مقاومة جزئية للمرض
	تبقع الأوراق السبتورى	اتباع دورة زراعية
		قلب بقايا النباتات المصابة عميقاً فى التربة
		اتباع دورة زراعية ثنائية أو ثلاثية
	الأنثراكنوز	زراعة الأصناف المقاومة
		عدم زراعة الطماطم بعد الكرنب والخس
		المعاملة بالمبيدات
		قلب بقايا النباتات المصابة عميقاً فى التربة
		استعمال بذور خالية من الإصابة
		تتوفر مقاومة جزئية للمرض
		الزراعة الرأسية

المحصول	المرض	وسائل المكافحة
		استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة
	عفن أوراق استمفيلًم الرمادى	المعاملة بالمبيدات
	الندوة المتأخرة	المعاملة بالمبيدات
		استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة
		تجنب الرى الغزير قبل الحصاد مباشرة وأثناءه
	فيرس ذبول الطماطم المتبقع	مكافحة التربس الناقل للفيرس
		التخلص من النباتات المصابة
	فيرس موزايك الطماطم	اتباع دورة زراعية ثنائية
		زراعة الأصناف المقاومة
		تجنب الانتقال الميكانيكى للفيرس
		مكافحة الحشائش فى حقل الزراعة وحوله
	عفن التاج الفيوزارى	اتباع دورة زراعية تزيد عن ٦ سنوات
	البقع البكتيرية	قلب بقايا النباتات المصابة عميقاً فى التربة
		استعمال بذور خالية من الإصابة
		اتباع دورة زراعية ثنائية أو ثلاثية
	النقط البكتيرية	قلب بقايا النباتات المصابة عميقاً فى التربة
		استعمال بذور خالية من الإصابة
		اتباع دورة زراعية ثنائية
		زراعة الأصناف المقاومة
	التقرح البكتيرى	قلب بقايا النباتات المصابة عميقاً فى التربة
		استعمال بذور خالية من الإصابة
		اتباع دورة زراعية ثلاثية أو رباعية
	ذبول فيرتسيلَيم	زراعة الأصناف المقاومة
		اتباع دورة تزيد عن ٦ سنوات
	نيماتودا تعقد الجذور	زراعة الأصناف المقاومة

الفصل التاسع

المكافحة المتكاملة للأمراض الفطرية

نتناول بالشرح فى هذا الفصل بعض جوانب المكافحة المتكاملة لعدد من أهم الأمراض الفطرية التى تصيب محاصيل الخضر، وبخاصة الأمراض الواسعة الانتشار.

الذبول الطرى أو مرض تساقط البادرات

يسبب مرض الذبول الطرى Damping-off مجموعة متباينة من الفطريات، من أهمها *Rhizoctonia solani*، و *Fusarium solani*، و *Pythium* spp.، و *Thielaviopsis basicola*، و *Colletotrichum* spp.، و *Phytophthora* spp. ... إلخ. وقد يظهر المرض فى صورة عفن بالبذور وموت للبادرات قبل ظهورها فوق سطح التربة؛ وهو الذى يعرف بالاسم pre-emergence damping-off؛ أو على صورة انهيار للبادرات بعد ظهورها فوق سطح التربة، وهو ما يعرف باسم post-emergence damping-off.

ومن أهم وسائل مكافحة الذبول الطرى، ما يلى:

الأساليب الزراعية

١- العناية بتجهيز المشاتل، وتسويتها جيدًا حتى لا تتراكم الرطوبة فى أى جزء منها، مع تعقيم المشاتل إن أمكن بالبخار، أو بإحدى المركبات الكيميائية.

٢- يحسن استعمال مخاليط تربة معقمة فى المشاتل، إلا أن ذلك لا يمنع تلوث المشتل بالفطريات المسببة للذبول الطرى بعد تعقيمه.

٣- تعقيم الشتالات (صوانى الزراعة).

٤- تجنب الزراعة الكثيفة، والاعتدال فى الرى، وتحسين التهوية للمساعدة على جفاف سطح التربة بسرعة، وتوفير التدفئة فى الجو البارد لأجل زيادة قوة نمو البادرات.

٥- تنظيم عملية الرى فى المشاتل مع إجرائه فى الصباح، وتحسين الصرف فيها تجنبًا لزيادة الرطوبة الأرضية.

٦- الزراعة على مصاطب مرتفعة لتوفير صرف جيد.

٧- تجنب الزراعة العميقة للبذور عند تلوث التربة بالفطر *Acremonium* sp. الذى تناسبه الزراعة العميقة.

٨- تجنب الزراعة فى الأراضى المنضغطة، وهى التى تكون رديئة الصرف.

٩- تأجيل الزراعة إلى حين ارتفاع حرارة التربة عن ٢٠°م، حيث يساعد ذلك على تجنب الإصابة بكل من البثيم، والفيتوفثورا، والرايزكتونيا.

١٠- عدم الإفراط فى التسميد الآزوتى، مع الاهتمام بالتسميد الفوسفاتى.

المكافحة الكيميائية

تجرى المكافحة الكيميائية بواسطة المبيدات التى تستخدم فى معاملة البذور أو البادرات الصغيرة، كما يلى:

١- معاملة البذور بأحد المبيدات الفطرية المناسبة، مثل: مونسرين كومبى، أو الكوبرسان، أو الأرثوسيد ٧٥٪، أو الثيرام، أو توبسين م ٧٠، أو فيتافاكس كابتان، أو فيتافاكس ثيرام، أو فيتافاكس ٢٠٠، أو بنليت، وذلك بمعدل جرام واحد إلى جرامين من المبيد لكل كيلوجرام من البذور. تفيد هذه المعاملة فى منع أعفان البذور ومنع موت البادرات قبل الإنبات، ولكنها قليلة الفاعلية ضد تساقط البادرات التالى للإنبات مباشرة.

٢- نقع البذور لمدة ١٢ ساعة فى محلول لأحد المبيدات السابقة بتركيز جرام واحد إلى جرامين من المبيد لكل لتر من الماء، ثم تكمر البذور لمدة ٢٤ ساعة أخرى قبل زراعتها. تفيد هذه المعاملة مع بذور القرعيات.

٣- رش المشاتل جيدًا أو ترطيبها بأحد المبيدات التى سبق ذكرها بتركيز ٠,٢٥٪ بعد الإنبات مباشرة ثم أسبوعيًا لمدة ثلاثة أسابيع، ويكون الترطيب بمعدل لتر واحد من المحلول لكل متر مربع من المشتل. وتفيد هذه المعاملة فى منع الإصابة بتساقط البادرات التالى للحصاد، ووقف تقدم الإصابة إن ظهرت.

٤- معاملة النباتات فى المشاتل، أو فى الحقل – مع ماء الرى بالتنقيط – بأحد المبيدات المناسبة، مثل: الميتالاكسيل Metalaxyl (مثل الريدوميل Ridomil)، والبينوميل Benomyl (مثل البنليت Benlate).

وقد كانت أكثر المبيدات الفطرية كفاءة فى مكافحة الذبول الطرى فى الخيار المبيد ميتالاكسيل Metalaxyl لأجل مكافحة الفطرين *Pythium*، و *Phytophthora*، والمبيد إبروديون iprodione لأجل مكافحة الفطر *Rhizoctonia* (Oliverira وآخرون ١٩٩٥).

٥- كذلك وجد أن معاملة بادرات الخيار رشًا بالمركب المخلق Benzo (1, 2, 3) thizaole-7-carbothioic acid S-methyl ester (اختصارًا: BTH) يكسب النباتات مقاومة جهازية سريعة ضد الإصابة بالفطر *P. ultimum*، بتحفيز البادرات على إنتاج مركبات فينولية بتركيزات عالية فى مواقع الإصابة بالفطر (Benhamou & Bélanger ١٩٩٨).

المكافحة الحيوية

تجرى المكافحة الحيوية لمرض الذبول الطرى فى القرعيات باستعمال تحضيرات تجارية تحتوى على كائنات دقيقة فطرية أو بكتيرية، من أمثلتها ما يلى:

١- يفيد فى مكافحة الذبول الطرى خلط البذور التى تكفى لزراعة فدان مع ١٠٠ جم من المركب الحيوى ريزو-إن، على أن يلى ذلك نقع البذور فى الماء لمدة ١٢ ساعة. ثم كمرها فى خيش مبلل بالماء لمدة ١٢ ساعة أخرى قبل زراعتها.

٢- أمكن مكافحة الذبول الطرى وعفن الجذور الذى يسببه الفطر *Pythium ultimum* — فى الخيار — بالمعاملة بأى من الفطرين *Gliocladium virens* أو *Trichoderma harzianum*، وتساوت جميع السلالات التى استعملت من أى من الفطرين فى كفاءتها فى مكافحة المرض عندما أضيفت إلى بيئة زراعة الخيار على صورة تحضير من البيت موس والنخالة بنسبة ١٪، كما أفاد استعمال بعض السلالات على صورة معلق من الجراثيم الكونيدية للفطر (Wolffhechel & Jensen ١٩٩٢). كذلك أفادت المعاملة بفطريات الميكوريزا .*Glomus* spp فى مكافحة الفطر *P. ultimum* مسبب مرض الذبول الطرى حتى ولو لقحت بيئة زراعة الخيار بالميكوريزا والبثيم معًا فى آن واحد. كما كان لإضافة فطريات الميكوريزا تأثيرات إيجابية فى تجنب بطء النمو الذى أحدثه تلقيح بيئة الزراعة (الفيرميكيوليت) بالفطر *P. ultimum* بعد ١٦ يومًا من الزراعة، أى بعد زوال خطر الإصابة بمرض تساقط البادرات (Rosendahl وآخرون ١٩٩٢).

وأفاد التلقيح ببعض عزلات فطر الميكوريزا *Trichoderma* في حماية الخيار من إصابة البادرات بالفطر *R. solani*، وكانت أفضل المعاملات هى التى استعمل فيها فطر الميكوريزا على البذور، أو أضيف إلى التربة من مزارعة على حبوب الشعير (Askew & Laing ١٩٩٤).

وأدت معاملة بذور الخيار بأى من الفطرين *Gliocladium virens* (السلالة G872B)، أو *Trichoderma harzianum* (السلالة T12MT) إلى حماية البادرات من الإصابة بكل من الفطرين *P. ultimum*، و *R. solani*، وكانت تلك الحماية أكبر عندما تراوح pH التربة بين ٥ و ٦ عما كان عليه الحال فى pH ٧، كما كان تأثير السلالة G872B ثابتًا فى مدى من الـ EC تراوح بين ٠,٥، ١,٥. وتجدر الإشارة إلى أن معاملة بذور الخيار بأى من السلالتين T12MT، أو G872B أفادت — كذلك — فى مكافحة مرض الذبول الفيوزارى عندما تراوح الـ EC بين ٠,٥، و ١,٠، ولكنها كانت أقل فاعلية فى مكافحة الذبول فى مدى من الـ EC تراوح بين ١,٥، و ٢,٠ (Jeong وآخرون ١٩٩٧أ).

وقد أوضحت دراسات Thrane وآخرون (١٩٩٧) أن الفطر *Pythium* spp. يحفز إنبات الجراثيم الكونيدية للفطر *T. harzianum* فى الاسفاجنم بيت موس لمزارع الخيار، كما يحفزه على إنتاج إنزيمين، هما: endo-1,3-β-glucanase، و cellulase، علمًا بأن لكليهما القدرة على مكافحة الذبول الطرى المتسبب عن الإصابة بالفطر *Pythium* فى الخيار.

٣- أمكن عزل بعض سلالات من الفطر *Rhizoctonia* التى لم تكن ممرضة للخيار، ولكنها وفرت حماية للبادرات من الإصابة بسلالات ممرضة من كل من: *R. solani*، و *P. aphanidermatum* (Sneh & Ichielevich-Auster ١٩٩٨).

٤- أمكن مكافحة الذبول الطرى الذى يسببه الفطرين *P. ultimum*، و *R. solani* بمعاملة بذور الخيار أو بيئة الزراعة بعزلات خاصة من البكتيريا *Pseudomonas fluorescens* (Yeom & Park ١٩٩٥).

كذلك أمكن مكافحة الذبول الطرى المتسبب عن الإصابة بالفطر *R. solani* بشكل جيد بمعاملة بيئة الزراعة بخليط من: السلالة CHAO من البكتيريا *Pseudomonas fluoresens* وفطر الميكوريزا *Trichoderma*، والتحضير الحيوى تريكونيترين Trichonitrin (Varac وآخرون ١٩٩٦). وقد أثر تركيز الأملاح فى التربة على مدى منافسة البكتيريا *Pseudomonas putida* (السلالة Pf3) للكائنات المرضة. حيث ازدادت منافستها لها عندما كانت درجة التوصيل الكهربائى للتربة عالية نسبيًّا (EC = ٢,٠)، هذا بينما كان تأثيرها ثابتًا فى مدى من الـ EC تراوح بين ٠,٥، و ١,٥ (Jeong وآخرون ١٩٩٧أ).

وقد أحدثت معاملة بذور الخيار بأى من السلالة G872B للفطر *Gliocladium virens*، أو السلالة Pf3 للبكتيريا *P. putida* .. أحدثت نقصًا فى العشائر البكتيرية الطبيعية فى التربة من كل من: *Pseudomonas* sp.، و *Bacillus* sp.، و *Flavobacterium* sp.، و *Sterptomyces* sp.، وكان النقص سريعًا فى كل من: *Pseudomonas* sp.، و *Bacillus* sp. كذلك أحدثت معاملة البذور بالعزلتين نقصًا فى العشائر الفطرية الطبيعية من كل من: *Mucor* sp.، و *Cladosporium* sp.، و *Trichoderma* sp.، و *Rhizopus* sp.، و *Aspergillus* sp.، و *Penicillium* sp.، وكان النقص أكثر وضوحًا فى كل من *Penicillium* sp.، و *Trichoderma* sp.. وقد تراوح النقص فى أعداد هذه الأجناس البكتيرية والفطرية — بعد ٨ أيام من زراعة بذور الخيار المعاملة بالعزلتين — بين ٤٤٪ و ٦٦٪ (Jeong وآخرون ١٩٩٧ب).

كما أمكن مكافحة كل من الفطرين *Pythium* sp.، و *Fusarium* spp. فى بادرات الخيار بواسطة البكتيريا *Burkholderia cepacia* (السلالة Bc-B)، وهى التى ازدادت فاعليتها بإضافة البكتيريا *Escherichia coli* (السلالة S17R1) معها، على الرغم من أن المعاملة بالبكتيريا الأخيرة — منفردة — لم تؤثر فى شدة الإصابة بأى من الفطرين (Roberts وآخرون ١٩٩٧ب).

هذا إلا أن Roberts وآخرون (١٩٩٧أ) أوضحوا فى دراسة أخرى أن البكتيريا *E. coli* (السلالة S17R1) — عندما استعملت فى معاملة البذور — كانت قادرة على

مكافحة الفطر *P. ultimum* — مسبب مرض الذبول الطرى — فى الخيار. وعلى الرغم من ضعف استعمار البكتيريا لجذور الخيار، فإن تمكنها من استعمار الجذور جيدًا لم يكن ضروريًّا نظرًا لأن قدرة الفطر على إصابة البادرات تقتصر على فترة قصيرة جدًّا فى بداية عملية إنبات البذور. وبالمقارنة .. فإن البكتيريا *Enterobacter cloacae* (السلالة S17-1) كانت قادرة على مكافحة الفطر واستعمار البذور جيدًا فى آن واحد.

هـ- أدت المعاملة بالتحضير التجارى هالكس Halex (الذى يحتوى على ثلاث سلالات من البكتيريا المثبتة لآزوت الهواء الجوى، هى: *Azospirillium brasilense*، و ZCR *Azotobactor chroococcum*، و KPR *Klebsiella pneumoniae*) .. أدت المعاملة به إلى تقليل الإصابة بمرض تساقط البادرات (الذى تسببه الفطريات *Fusarium*، و *Rhizoctonia*، و *Pythium*، و *Sclerotinia sclerotiorum*) بنسبة ٥٦٪، كما كان للمعاملة تأثيرات إيجابية على كل من الوزن الجاف والطرى للبادرات، ومحتواها من النيتروجين، والمساحة الورقية (Hassouna وآخرون ١٩٩٨).

كذلك تفيد المكافحة الحيوية مع مختلف المحاصيل الأخرى، كما يلى:

الطماطم

أدّت معاملة بذور الطماطم أو تربة المشاتل بأى من الأنواع البكتيرية: *Azospirillium* spp.، أو *Azotobacter chroococcum*، أو *Pseudomonas fluorescens*. (وجميعها من البكتيريا التى تعيش فى محيط النموات الجذرية للنباتات) .. أدّت إلى زيادة سرعة إنبات البذور وزيادة الوزن الجاف للبادرات، وتقليل إصابتها بالذبول الطرى الذى يسببه الفطر *Rhizoctonia solani*، حيث تطفلت البكتيريا على الأجسام الحجرية للفطر. ولكن لم تكن المعاملة بهذه البكتيريا فعالة فى حرارة تزيد على ٣٠°م (Sanhita Gupta وآخرون ١٩٩٥).

كذلك أدت معاملة بذور الطماطم بالبكتيريا *Pseudomonas aeruginosa* إلى تقليل إصابتها — معنويًّا — بالذبول الطرى الذى يسببه الفطر *Pythium spelendens* — فى مزارع تقنية الغشاء المغذى، وازدادت الحماية من المرض بحقن (عدوى) المحلول المغذى

ذاته بالبكتيريا التى انتشرت فى المزرعة مع المحلول المغذى (Buysens وآخرون ١٩٩٥).

البقوليات

١- المكافحة بالميكوريزا:

يكافح الذبول الطرى بيولوجيًا بواسطة معاملة البذور بالميكوريزا *Trichoderma* spp.، التى تعطى مكافحة جيدة لكل من الفطرين *Pythium* spp.، و *Rhizoctonia solani*. وعلى الرغم من أن إنبات الجراثيم الكونيدية للميكوريزا يستغرق أكثر من ١٠-١٤ ساعة فى حرارة ٢٦°م، إلا أنها تقضى على فطر البثيم بما تفرزه من سموم تصل إلى الفطر وتقتل هيفاته قبل أن يتلامسا معًا. أما مكافحة الميكوريزا لفطر الرايزكتونيا فتتم من خلال التطفل بعد أن تفرز الميكوريزا إنزيمات تحلل الجدر الخلوية للفطر.

ويمكن مكافحة الفطر *R. solani* — كذلك — عن طريق معاملة التربة بالميكوريزا *Trichoderma* spp. (Lifshitz وآخرون ١٩٨٦).

٢- المكافحة بالبكتيريا:

أمكن مكافحة الذبول الطرى الذى يسببه الفطر *P. ultimum* بنسبة ٢٣٪-٧٠٪ بمعاملة البذور بأى من نوعى البكتيريا *Pseudomonas cepacia* (السلالة AMMD)، أو *P. fluorescens* (السلالة PRA25) (Parke ١٩٩١، و Bowers & Parke ١٩٩٣، و King & Parke ١٩٩٣).

كذلك أفادت المعاملة بأى من هاتين السلالتين البكتيريتين فى مكافحة الفطرين *R. solani*، و *P. ultimum* لدى إضافتهما إلى التربة مع البيت موس، حيث أدت المعاملة إلى زيادة محصول البسلة بنسبة ١٧٪ عندما كان ستوى تواجد الفطرين فى التربة شديدًا، وبنسبة ١٢٠٪ عندما كان تواجدهما معتدلاً. وقد أمكن خلط بكتيريا الرايزوبيم المثبتة لآزوت الهواء الجوى مع بكتيريا الزيدومونادز دون أن يؤثر ذلك على مستوى المكافحة البيولوجية التى وفرتها سلالتا البكتيريا (Xi وآخرون ١٩٩٦).

وقد تمكن Ellis وآخرون (١٩٩٩) من إنتاج طفرات من العزلة 54/96 من *P.*

fluorescens كانت أكثر قدرة على مكافحة الفطر *P. ultimum* إما من خلال تثبيط تجرثم الفطر، وإما عن طريق إضعاف نمو الغزل الفطرى.

وتمت مكافحة الفطر *R. solani* فى البسلة بشكل جيد بمعاملة التربة بالبكتيريا *Bacillus subtilis*. وقد كانت المعاملة المصاحبة للزراعة قوية التأثير، واستمر تأثيرها — بدرجة أقل — عندما زرعت البسلة بعد ١٦ شهرًا من إضافة البكتيريا إلى التربة. وتزداد فاعلية البكتيريا فى الحرارة العالية مع توفر الرطوبة الأرضية (Bochow & Gantcheva ١٩٩٥).

الصليبيات

أفاد استعمال مخلوط من معلق جراثيم الفطرين *Streptomyces arenae*، و *S. chibaensis* بنسبة ١ : ١ — بإضافتهما إلى التربة — قبل العدوى بالفطر *R. solani* فى الحد من الإصابة بالفطر الأخير (Kundu & Nandi ١٩٩٣).

وأدت معاملة البذور بالمركب CGA 245704 — وهو منشط للمقاومة الجهازية المكتسبة — إلى حماية بادرات الكرنب والكيل من الإصابة بالفطر *R. solani*، وتوفير بعض الحماية من الإصابة بالذبول الطرى (Jensen وآخرون ١٩٩٨).

الفلفل

أمكن حماية الفلفل من الإصابة بالذبول الطرى المتسبب عن الفطر *Rhizoctonia solani* بشكل جيد بالمعاملة بكل من الفطرين *Gliocladium virens* (العزلتان G*l*-3، و G*l*-21)، و *Trichoderma hamatum* (العزلة TRI-4) (Lewis وآخرون ١٩٩٥).

كما أمكن مكافحة كل من *R. solani*، و *Pythium ultimum* بالمعاملة بالفطر *Cladorrhinum foecundissimum* (Lewis & Larkin ١٩٩٨).

كذلك أفادت معاملة بذور الفلفل، أو مخاليط إنتاج الشتلات، أو الشتلات بمخلوط من كل من الفطر *Gliocladium virens* (السلالة Gl-3)، والبكتيريا *Burkholderia cepacia* (السلالة Bc-F) معًا .. أفاد ذلك فى حماية البادرات من الإصابة بكل من

فطريات الذبول الطرى: *R. solani*، و *P. ultimum*، و *Fusarum oxysporum*، و *Corticium rolfsii* (= *Sclerotium rolfsii*)، ولكن لم تكن المعاملة بأى منهما على انفراد فعّالة فى مكافحة الذبول الطرى (Mao وآخرون ١٩٩٨).

وللتخلص من مشكلة الذبول الطرى فى مشاتل الشتّالات، التى تزرع فيها بذور الهجن مرتفعة الثمن، تجب مراعاة ما يلى:

١- غسل الشتّالات (أحواض الزراعة) والبلاستيك المستعمل تحت الشتالات - كحاجز بينها وبين التربة - بمحلول مخفف من هيبوكلوريت الصوديوم (الكلوراكس التجارى مع الماء بنسبة ١:٩).

٢- توضع الشتّالات فى مكان جاف نظيف بعد تعقيمها.

٣- يوضع مخلوط الزراعة النظيف - وتتم تعبئة الأحواض - على بلاستيك نظيف.

٤- يمنع السير على مخلوط الزراعة.

٥- التأكد من نظافة الأيدى والأدوات المستخدمة فى تداول مخلوط الزراعة.

٦- يضاف الكابتان إلى المخلوط (الذى يتكون من البيتموس والرمل النظيف المغسول بنسبة ٤:١)؛ بمعدل ٢ جم من المبيد لكل متر مكعب من المخلوط.

٧- توضع أحواض الزراعة - بعد الزراعة - فوق بعضها إلى حين ظهور أول البادرات، حيث تفرد فورًا على صناديق بلاستيكية مقلوبة، أو على قوالب من الطوب بحيث تكون بعيدة عن سطح التربة.

٨- يرش سطح الأحواض - بمجرد تفريدها - بالكابتان أو البنليت.

٩- إذا ظهر الذبول الطرى يعاد الرش - مرة أخرى - بالكابتان، أو البنليت. أو الرادوميل.

١٠- تجنب بقاء سطح مخلوط الزراعة مبتلاً طوال الوقت، مع الرى فى الصباح.

١١- توفير تهوية جيدة.

الذبول الفيوزارى

يُعد الذبول الفيوزارى Fusarium wilt - الذى يسببه الفطر *Fusarium oxysporum* - من أكثر أمراض الخضر انتشارًا، ويعرف من الفطر عديدًا من السلالات الفسيولوجية

التى تصيب كل منها محصولاً معينًا أو مجموعات محصولية متقاربة تقسيميًا. وعلى الرغم من توفر المقاومة للفطر فى عديد من الأصناف التجارية للخضر، فإن الفطر يعرف بتكوينه لسلالات باثولوجية جديدة قادرة على كسر تلك المقاومات.

ويكافح مرض الذبول الفيوزارى فى مختلف القرعيات بعدة وسائل، كما يلى:

١- اتباع دورة زراعية مدتها خمس سنوات:

يجب اتباع دورة زراعية طويلة قدر الإمكان، حتى عند زراعة الأصناف المقاومة، ولكن تجدر الإشارة إلى أن الدورة الزراعية قد لا يعول عليها كثيرًا فى مكافحة الذبول الفيوزارى حتى وإن تضمنت الدورة محاصيل لا تصاب بالفطر، ويرجع ذلك إلى أن الفطر يعيش مترممًا فى التربة على بقايا النباتات الموجودة فيها أيًا كان نوعها (عن Zuniga وآخرين ١٩٩٧).

٢- التخلص من بقايا النباتات المصابة.

٣- تعقيم التربة بالتشميس solarization، حيث أدت هذه الطريقة — فى مصر إلى مكافحة الذبول الفيوزارى فى الطماطم بصورة أفضل من تبخير التربة ببروميد الميثايل (El-Shami وآخرون ١٩٩٠أ و ١٩٩٠ب). وفى ولاية فلوريدا الأمريكية أدت معاملة التشميس إلى التخلص من فطر الذبول الفيوزارى حتى عمق ٥سم فقط، بينما أدى تبخير التربة ببروميد الميثايل إلى التخلص من الفطر حتى عمق ٣٥ سم (Chellemi وآخرون ١٩٩٤).

٤- معاملة البذور قبل الزراعة:

تعامل البذور قبل الزراعة بالمبيد الفطرى رايزولكس ثيرام بمعدل ١-٢ جم/كجم بذرة، أو التوبس إم ٧ بمعدل ٢ جم/كجم بذرة، وذلك بنقع البذور فى محلول من أى منهما لمدة ٢٤ ساعة، ثم كمرها فى خيش مبلل بالمحلول ذاته لمدة ٢٤ ساعة أخرى.

٥- زراعة الأصناف المقاومة:

تتوفر مثل هذه الأصناف بكثرة فى معظم محاصيل الخضر، ولكن يجب التنبه إلى

سلالات الفطر القادرة على كسر المقاومة؛ فعلى سبيل المثال .. توجد ثلاث سلالات من الفطر الذى يصيب الطماطم هى: سلالة صفر (وهى التى تعرف برقم ١)، وتتوفر المقاومة لها فى الغالبية العظمى من الأصناف التجارية، وسلالة رقم ١ (وهى تعرف برقم ٢)، وتتوفر المقاومة لها فى عدد كبير من أصناف الطماطم الحديثة، مثل: والتر Walter. وفلوراديد Floradade، وغيرها. وسلالة رقم ٢ (وهى التى تعرف برقم ٣)، وتتوفر لها المقاومة فى بعض الأصناف التجارية، وفى بعض سلالات التربية.

٦- الزراعة فى تربة تعرف بتلوثها بسلالات فسيولوجية أخرى من الفطر *Fusarium oxysporum*، حيث وجد Homma & Ohata (١٩٧٧) أن حقن الطماطم (عدواها) بأى من ٧ سلالات فسيولوجية أخرى غير *lycopersici* (وخاصة بالسلالات الفسيولوجية: *melongenae*، و *cucumerinum*، و *batatas*، وهى المتخصصة على الباذنجان. والخيار، والبطاطا على التوالى)أدى إلى تقليل شدة إصابتها بالذبول عند حقنها – بعد ذلك – بالسلالة الفسيولوجية *lycopersici* المتخصصة على الطماطم.

كذلك وجد Tamietti وآخرون (١٩٩٣) أن الزراعة فيما يعرف بـ "التربة المثبطة للفيوزاريم" *Fusarium* – suppressive soil أدت إلى حماية النباتات من الإصابة الشديدة بالذبول الفيوزارى، وصاحبت ذلك زيادة فى نشاط عدد من الإنزيمات الهامة فى النباتات، هى:

Chitinase	Laminarinase
β-1-4-glucosidase	N-acetyl-glucosaminidase
Polyphenol oxidase	Peroxidase

وقد اقترح الباحثون أن السلالات غير المرضة من الفيوزاريم – فى التربة المثبطة للفيوزاريم – هى المسئولة عن حماية النباتات من الإصابة بالذبول الفيوزارى، وأنها – أى السلالات غير المرضة – توفر تلك الحماية بحث النباتات على زيادة مقاومته الطبيعية للإصابة.

٧- معاملة التربة والنباتات بالمبيدات:

إذا ظهر المرض أثناء موسم النمو تعامل النباتات بمخلوط من ١ جم توبسس إم ٧٠ +

١ جم رايزولكس + ١ جم ريدوميل بلاص لكل لتر ماء، مع وضع المحلول عند قاعدة ساق النبات باستخدام رشاشة منزوعة البشبورى. وعمومًا .. يفيد استعمال المبيدات الجهازية مثل البينوميل benomyl فى مكافحة المرض.

وقد أمكن التقليل من شدة إصابة نباتات القاوون بالذبول الفيوزارى بمعاملة البذور أو التربة بمبيد الحشائش ترفلورالين trifluralin، وكانت معاملة التربة (بمعدل ١ ميكروجرام/جرام من التربة) أفضل من معاملة البذور فى مكافحة المرض (Erzurum & Maden ١٩٩٥). كذلك كان مبيد الحشائش أسيتوكلور acetochlor أكثر فاعلية من الترفلورالين فى مكافحة المرض، ووجد ارتباط جوهرى سالب بين معدل الإصابة بالمرض وبين إنتاج الجلوتاثيون Glutathione فى النباتات المعاملة بعدد من مبيدات الحشائش (Bolter وآخرون ١٩٩٣).

وتأكدت فاعلية الأسيتوكلور فى مكافحة المرض فى القاوون من دراسات Cohen وآخرون (١٩٩٦) الذين وجدوا أن معاملة التربة بالمبيد بمعدل ٠,١–١,٠ ميكروجرام/جرام من التربة أحدثت نقصًا جوهريًا فى حالات الذبول على الرغم من أن المبيد لم يؤثر على الفطر ذاته فى التربة أو على إصابته للنبات، ولكن المعاملة ارتبطت بظهور زيادة معنوية فى محتوى الأوراق من الجلوكوز، والفراكتوز، والسكروز سواء أكانت النباتات محقونة (معدية) بالفطر، أم غير محقونة. كذلك ارتبطت الإصابة بالفطر إيجابيًّا بانخفاض شدة الإضاءة، التى ارتبطت بدورها بانخفاض محتوى الأوراق من السكر، الأمر الذى يقدم تفسيرًا لكيفية تأثير الأسيتوكلور فى خفض معدلات الإصابة بالذبول.

٨– التطعيم على أصول مقاومة:

تلك طريقة شائعة الاستعمال فى الزراعات المحمية فى هولندا، وفى كل من الزراعات المكشوفة والزراعات المحمية فى اليابان وكوريا الجنوبية.

يكافح الذبول الفيوزارى فى زراعات البطيخ المحمية فى اليابان منذ عام ١٩٣٦ بالتطعيم على أصول من الجنس *Cucurbita*، أو من اليقطين Bottle Gourd (*Lagenaria siceraria*) المقاومين (Kuniyasu & Takeuchi ١٩٨٣، و Lu وآخرون ١٩٩٥).

ومن الأصول الأخرى التى استعملت فى مكافحة المرض فى الصين — إلى جانب اليقطين — كلاً من الجورد الشمعى *Benincasa hispida*، وصنف القرع العسلى، Yunnan Black-Seeded (Lu وآخرون ١٩٩٥).

ويكافح المرض فى الخيار فى اليابان بالتطعيم على أصول مقاومة من *Cucurbita ficifolia*، والجنس *Sicyos* (عن Kanahama ١٩٩٤).

وقد أدى تطعيم الخيار على القرع *Cucurbita ficifolia* إلى مكافحة الذبول الفيوزارى، إضافة إلى مكافحة كل من عفن الجذور الذى يسببه الفطر *Pythium*، والبياض الدقيقى الذى يسببه الفطر *S. fuliginea*، فضلاً عن زيادة كل من المحصول المبكر والكلى (Weng وآخرون ١٩٩٣).

٩- المكافحة الحيوية:

وفرت عزلتان غير ممرضتين من فطر *F. oxysporum* حماية لنباتات الخيار ضد الإصابة بالفطر *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*، وكان اختراق العزلة غير المرضة لجذور الخيار واستعمارها لأنسجته ضروريًا لتوفير تلك الحماية ضد الذبول الفيوزارى (Mandeel وآخرون ١٩٩٤). كذلك حُصل على نتائج أخرى مماثلة من دراسة استعملت فيها عزلة غير ممرضة من الفطر ذاته، حيث أحدثت تلونًا فى جذور نباتات الخيار — عند عدواه بها بتركيز عال لا يقل عن ١٠° جرثومة كونيدية/جم من التربة — ولكنها لم تُحدث ذبولاً، وعلى العكس من ذلك، فإنها أدت إلى خفض معدل الإصابة بالمرض بصورة واضحة (Yang & Kim ١٩٩٦).

وقد أمكن الحد من شدة الإصابةبالذبول الفيوزارى فى القاوون بمعاملة البذور بعزلتين ممرضتين من *F. oxysporum*، وبطرازين نوعيين آخرين غير ممرضين للقاوون (هما: f. sp. *lycopersici*، و f. sp. *niveum*)، ولكن لا تخفى خطورة استعمال الطرازين النوعيين الآخرين فى إصابة الطماطم والبطيخ — على التوالى — إن هما زرعا بعد القاوون فى الحقل ذاته (Erzurum & Maden ١٩٩٥).

من المعروف أنه توجد أرض مثبطة Suppressive، وأخرى محفزة Conducive

للإصابة بالذبول الفيوزارى. وقد تمكن Larkin وآخرون (١٩٩٦) من عزل نحو ٢٠٠ عزلة من البكتيريا، والأكتينوميسيتات، والفطريات من جذور نباتات البطيخ النامية فى أرض مثبطة، وأخرى غير مثبطة للمرض. وباختبار فاعلية هذه العزلات فى إعادة القدرة على التثبيط للأراضى المثبطة التى عوملت بالميكروويف، ولخفض معدل الإصابة فى الأرض المحفزة، وجد أن عزلات غير متطفلة من الفطر *F. oxysporum* كانت هى الوحيدة التى تثبط الإصابة بانتظام، وبمعدلات تراوحت بين ٣٥٪ و ٧٥٪. وقد بدا من تلك الدراسة أن تلك العزلات تكسب النباتات مقاومة جهازية، وأنه يمكن استعمالها فى المكافحة البيولوجية لفطر الذبول.

وقد وجد Larkin & Fravel (١٩٩٨) أن المعاملة بسلالات الفيوزاريم غير المرضة المعزولة من الأراضى المثبطة للذبول Wilt-Suppressive كانت أكثر المعاملات الحيوية كفاءة فى مكافحة مرض الذبول الفيوزارى فى كل من البطيخ، والقاوون والطماطم، حيث أعطت مكافحة بنسبة تراوحت بين ٥٠٪، و ٨٠٪ فى عدة اختبارات. كذلك أدت المعاملة بأى من الفطرين *Gliocladium virens*، و *Trichoderma hamatum*، إلى خفض الإصابة بالذبول معنويًّا، ولكن بنسبة أقل، حيث تراوحت بين ٣٠٪. و ٦٠٪ فقط. وقد تبين أن سلالات الفيوزايم غير المرضة أحدثت مقاومة جهازية فى النباتات، وأنها كانت فعّالة فى مكافحة المرض حتى عند تواجدها بتركيز منخفض، مع تواجد الفطر المسبب للذبول الفيوزارى بتركيز مرتفع.

وقد كانت لمعاملة التربة بفطر الميكوريزا *Trichoderm harziamum* نفس فاعلية المعاملة بالمبيد بافيستين ٥٠ Bavistin 50 فى مكافحة الفطر *F. o.* f. sp. *melonis* فى حقول القاوون من طراز الأناناس، حيث أعطت المعاملة بأى منهما أعلى محصول، مقارنة بالمعاملة بفطريات أخرى (هى: *Chaetomium globosum*، و *Gliocladium penicilloids*)، ومبيدات أخرى هى: توبسن إم ٧٠ Topsin M70، وروفرال ٥٠ Rovral 50) (Mahdy & Eid ١٩٩٣).

وأمكن خفض نسبة موت نباتات الخيار التى تُحدثها الإصابة بالذبول الفيوزارى — بنسبة تزيد عن ٥٠٪، مع زيادة المحصول بنسبة تراوحت بين ١١٪، و ٣٣٪ بترطيب

التربة تحت محصول الخيار فى الزراعات المحمية بعزلة خاصة (رقم 02) من البكتيريا *Serratia marcescens* (Tiuterev وآخرون ١٩٩٥).

كذلك تمت مكافحة الفطر *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* بصورة جيدة فى الخيار بالمعاملة المزدوجة بكل من الفطر *Gliocladium virens* (سلالة G872B)، والبكتيريا *Pseudomonas putida* (سلالة Pf3) (Bae وآخرون ١٩٩٥).

كما أوضح Lu وآخرون (١٩٩٥جـ) أن تلقيح نباتات الخيار بأى من السلالة 89B-27 من *P. putida*، أو السلالة 166-90 من البكتيريا *Serratia marcescens* أكسب نباتات الخيار مقاومة جهازية ضد الإصابة بالفطر *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* المسبب لمرض الذبول الفيوزارى.

وتوضح نتائج دراسات Singh وآخرون (١٩٩٩) أنه أمكن مكافحة الفطر *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* فى الخيار بشكل جيد باستعمال سلالتين بكتيريتين منتجتين للإنزيمات الشيتينية (Chitinolytic Bacteria)، وهما: *Paenibacillus* sp. 300، و *Streptomyces* sp. 385.

ذبول فيرتسيليم

يسبب مرض ذبول فيرتسيليم فطرين، هما *Verticillium albo-atrum*، و *V. dahliae*، وهما يصيبا معظم محاصيل الخضر، وتشتد خطورة المرض فى الباذنجان والصليبيات.

ففى الباذنجان يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١- زراعة الأصناف التى تتحمل الإصابة:

تتوفر سلالات من الباذنجان يكون تطور المرض فيها بطيئًا ولا يتأثر محصولها كثيرًا بالإصابة مثلما يكون عليه الحال فى الأصناف القابلة للإصابة (Ciccarese وآخرون ١٩٩٤).

٢- استعمال أغطية التربة البلاستيكية:

على الرغم من أن أعراض الإصابة بذبول فيرتسيليم ظهرت فى ٥٠٪ من النباتات

مبكرة بمقدار ١٣ يومًا عندما استعمل الغطاء البلاستيكى الأسود للتربة، مقارنة بما كان عليه الحال عندما لم يستعمل الغطاء البلاستيكى، إلا أن النباتات التى استعمل معها الغطاء البلاستيكى كانت أقوى نموًا، وكانت ثمارها أكبر حجمًا عندما أعطيت جرعة إضافية من النيتروجين مقارنة بثمار الكنترول (Elmer & Ferrandino ١٩٩١).

٣- المكافحة الحيوية:

أفاد استعمال فطر الميكوريزا *Trichoderma etunicatum* فى توفير قدر عال من الحماية ضد الفطر *V. dahliae*، وزيادة محصول الباذنجان، وقلة تشوهات الثمار (Matsubara وآخرون ١٩٩٥).

كذلك أفادت عدوى جذور شتلات الباذنجان بالفطر *Talaromyces flavus* فى منافسة الفطر *V. dahliae*، وخفض شدة الإصابة بذبول فيرتسيليم (Fahim & Henis ١٩٩٥). وكان لاستعمال أى من فطرى المكافحة الحيوية *T. flavus*، و *Gliocladium roseum* — أو كليهما معًا — مع جرعات مخففة من المبيد ميثام-صوديوم Metham sodium .. كان لها تأثير متجمع فى مكافحة المرض. ويبدو أن دور الفطر *T. flavus* فى المكافحة الحيوية للفطر *V. dahliae* يكون من خلال إنتاجه لمركبات مضادة للفطريات ونشاط الإنزيم glucose-oxidase بالفطر المرض *V. dahliae*؛ مما يتسبب فى تأخير إنبات الجراثيم وبطء نمو الغزل الفطرى، مع تكوّن الميلانين فى الأجسام الحجرية الصغيرة الحديثة التكوين (Madi وآخرون ١٩٩٧).

ومن فطريات الميكوريزا الأخرى التى أعطت نتائج مبشرة فى مكافحة مرض ذبول فيرتسيليم فى الباذنجان الفطر *Glomus versiforme* الذى حفّز النمو النباتى إلى جانب الحد من تأثير الفطر *V. dahliae* (Li وآخرون ١٩٩٧).

أما فى الصليبيات فيجب أن تؤخذ الأمور التالية فى الاعتبار

لا تتوفر المقاومة للفطر فى أى من عوائله من الخضر الصليبية، ويعتبر الكرنب وسطًا فى شدة حساسيته للإصابة بالفطر بين القنبيط الشديد الحساسية، والبروكولى الذى لا تظهر عليه أعراض الإصابة بالمرض على الرغم من قدرة الفطر على استعمار جذوره.

وتعتبر بسترة التربة بالإشعاع الشمسى solarization هى الوسيلة الوحيدة المتاحة حاليًا – غير تعقيم التربة بالمبيدات – لمكافحة المرض. وتزداد فاعلية عملية بسترة التربة عند حرث بقايا الصليبيات فى التربة قبل بسترتها.

فمن المعروف أن بقايا الصليبيات التى تترك لتتحلل فى التربة تؤدى إلى خفض شدة الإصابة بالمرض فى الصليبيات التى تأتى بعد ذلك فى الدورة، ومرد ذلك إلى تأثير نواتج تحلل الجلوكوسينولات glucosinolates التى توجد فى الصليبيات على الفطر.

ويعتبر البروكولى أقل الخضر الصليبية إصابة بفطر الفيرتسيليم حتى وإن كانت التربة ملوثة بشدة بالفطر؛ فهو منيع ضد الإصابة بعزلات الفطر المتحصل عليها من غير الصليبيات، كما أن عزلات الفطر المتحصل عليها من مختلف الصليبيات ضعيفة القدرة على إصابة البروكولى، ولذا .. فإن زراعة البروكولى قبل القنبيط أو غيره من الصليبيات الحساسة للفطر فى الدورة – مع حراثة بقايا نباتات البروكولى فى التربة – يوفر قدرًا كبيراً من الحماية للقنبيط ضد الإصابة بالفطر (Xiao وآخرون ١٩٩٨، و Bhat & Subbarao ٢٠٠١).

ويستدل من نتائج دراسات Shetty وآخرين (٢٠٠٠) أن إصابة القنبيط بذبول فيرتسيليم تنخفض جوهريًا عند زراعته فى أرض ملوثة بشدة بالفطر سبقت معاملتها ببقايا نباتات البروكولى.

وفى الأراضى الشديدة التلوث بالفطر تُحدث إضافة بقايا نباتات البروكولى إليها خفضًا واضحًا فى استعمار فطر فيرتسيليم (لكل وحدة فطرية قادرة على إحداث الإصابة infective propagule) لجذور كل من القنبيط والبروكولى؛ بمعنى أن بقايا البروكولى فى التربة لا تقلل فقط من عدد الجسيمات الفطرية الحجرية الحية فى التربة، وإنما تقلل كذلك من قدرة الجسيمات الحجرية المتبقية على إحداث الإصابة (Shetty وآخرون ٢٠٠٠).

وتزداد فاعلية بقايا الصليبيات فى القضاء على جسيمات الفطر الحجرية فى التربة عندما تكون البقايا النباتية طازجة وقت إضافتها مقارنة بإضافتها وهى جافة، كما ترتبط

شدة فاعليتها إيجابيًا بكمية الجلوكوسينولات فى المحصول. كذلك تزداد فاعلية البقايا النباتية المحروثة فى التربة عندما تكون الحرارة ٢٠°م، وذلك مقارنة بالحرارة الأقل أو الأعلى من ذلك، ويحدث معظم الخفض فى أعداد الجسيمات الحجرية خلال الخمسة عشرة يومًا الأولى من إضافة البقايا النباتية (عن Subbarao وآخرين ١٩٩٩).

وقد وجد Subbarao وآخرون (١٩٩٩) أن بقايا البروكولى (٢٠٠ كجم/٣٦م٢) كانت إما مماثلة لكل من الكلوروبكرن والميثام صوديوم أو أكثر فاعلية عنهما فى خفض أعداد جسيمات الفطر الحجرية فى التربة، إلاّ أن دراسة لاحقة (Subbarao & Koike ٢٠٠٠) أوضحت أن تبخير التربة بمخلوط بروميد الميثيل والكوروبكرن كان أكثر فاعلية فى مكافحة المرض عن بقايا البروكولى بالتربة.

يوجد بين نواتج تحلل الجلوكوسينولات glucosinolates كلاً من الـ sulfides، والـ isothiocyanates، و الـ thiocyanates، والـ nitrils ولجميعها خصائص مثبطة أو قاتلة للفطريات.

عفن اسكليروتينيا أو العفن الأبيض

يسبب الفطر *Sclerotinia sclerotiorum* مرض عفن اسكليروتينيا أو العفن الأبيض فى عديد من أنواع الخضر منها – على سبيل المثال لا الحصر – الفاصوليا، والصليبيات والخس.

ويكافح المرض باتباع الوسائل التالية:

١– غمر الأرض بالماء لمدة ٣ أسابيع على الأقل قبل الزراعة للتخلص من جانب كبير من الأجسام الحجرية للفطر.

٢– تعقيم التربة بالميثام صوديوم فى الزراعات المحمية.

٣– اتباع دورة زراعية تدخل فيها النجيليات.

٤– زراعة الأصناف القائمة النمو من الفاصوليا (Saindon وآخرون ١٩٩٣، و ١٩٩٥).

٥– معاملة البذور بالمطهرات الفطرية.

٦- تجنب الزراعة الكثيفة.

٧- تجنب الرى الغزير، وعدم إجراء الرى بطريقة الرش.

٨- تحسين التهوية فى الزراعات المحمية.

٩- مكافحة الحشائش جيدًا بهدف تحسين التهوية بين النباتات (Burnside وآخرون ١٩٩٨).

١٠- تحسين الصرف.

١١- غير التربة بالماء أثناء الجو الحار - قبل الزراعة - بهدف التخلص من الأجسام الحجرية للفطر.

١٢- عدم الإفراط فى الرى.

١٣- الرش بالمبيدات الفطرية المناسبة: مثل:

● البينوميل: يفيد الرش بالبينوميل، علمًا بأنه يعطى مكافحة جيدة فى جميع الظروف البيئية، وفى الظروف المناسبة للإصابة الشديدة بالمرض (Boland ١٩٩٧).

● الرونيلان: ترش النباتات بالرونيلان فى حالة ظهور الإصابة بمعدل ١٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء، ويكرر الرش كل ١٠ أيام بالتبادل مع التوبسن إم ٧٠ بمعدل ١٠٠جم/١٠٠ لتر ماء، ويستمر ذلك حتى الإزهار.

● تكتو ٤٥٪: بمعدل ٢٠٠ مل (سم٣)/١٠٠ لتر ماء. تعامل بالتكتو الفاصوليا المعدة للتصدير بعد تمام عقد القرون.

ويفيد استعمال المبيدات المناسبة فى مراقد البذور، مع رش البادرات بصورة جيدة إلى أن يتساقط المبيد على سيقانها.

١٤- زراعة البروكولى فى الدورة، مع حراثة بقايا نباتات البروكولى فى التربة؛ حيث يؤدى انطلاق الأيزوثيوسيانات من بقايا البروكولى إلى القضاء على الأجسام الحجرية للفطر (عن Subbarao ١٩٩٨).

١٥- يفيد التسميد العضوى الجيد بالأسمدة البلدية وسماد الدواجن فى تقليل شدة الإصابة، وربما حدث ذلك بسبب توفير الأسمدة فرصة أكبر لتنوع وتكاثر وازدهار الكائنات المنافسة (Asirifi وآخرون ١٩٩٤).

١٦- كان من المعتقد أن الحراثة العميقة لأجل جعل الأجسام الحجرية للفطر على عمق ٢٥-٣٠ سم تعد من الوسائل الفعالة فى مكافحة المرض، إلا أنه ثبت عدم جدوى تلك العملية، وخاصة عند تواجد الفطر بكثافة عالية؛ بل إنها - على العكس من ذلك - يمكن أن تؤدى إلى زيادة تجانس توزيع الفطر فى التربة (Subbarao وآخرون ١٩٩٦).

١٧- سرعة التخلص من النباتات التى تظهر عليها الإصابة خارج الحقل إلا أنها عملية مكلفة (عن Ryder ١٩٩٩).

١٨- الرى بطريقة تعمل على بقاء سطح التربة جافًا قدر الإمكان (.Univ. Calif ١٩٨٧).

١٩- المكافحة البيولوجية:

أمكن مكافحة المرض بيولوجيًا فى الفاصوليا بصورة جيدة بعدد من الكائنات الدقيقة، وهى: *Alternaria alternata*، و *Drechslera* sp.، و *Myrothecium verrucaria*، و *Trichoderma viride*، و *Gliocladium roseum*، ولكن تأثرت فاعليتها جميعًا بكل من درجة الحرارة والرطوبة النسبية، وكان تأثيرها أقوى ما يمكن فى الظروف البيئية الأقل مناسبة لظهور المرض، وهى حرارة ٢٤°م مع رطوبة نسبية ٩٥٪-١٠٠٪. هذا .. بينما تمت مكافحة المرض بنسبة ١٠٠٪ فى جميع درجات الحرارة (٢٠-٢٨°م) والرطوبة النسبية (٩٠٪-١٠٠٪) بالمعاملة بـ *Epicoccum nigrum* (Hannusch & Boland ١٩٩٦).

كما أفاد كذلك فى مكافحة الفطر كلاً من: *Gliocladium virens*، و *Coniothyrium minitans* (Tu ١٩٩٧أ)، و *T. viride*، و *G. roseum*، و *Bacillus subtilis*، رشًا على النباتات، وكان فطر الميكوريزا *T. viride* هو الوحيد الذى أعطى مكافحة مماثلة لتلك التى حُصل عليها من المعاملة بالبينوميل Benomyl (Tu ١٩٩٧ب).

ويبدو أن المكافحة البيولوجية بعديد من الكائنات الدقيقة (مثل: *B. subtilis*، و *A. alternata*، و *E. nigrum*، و *M. verrucaria*، و *Pencillium* sp.، و *T. viride*) لا تكون مجدية بشكل جوهرى إلا فى الظروف البيئية الأقل مناسبة للإصابة بالمرض (Boland ١٩٩٧).

وفى الخس .. أدت معاملة التربة بالفطرين *Coniothyrium minitans*، و *Gliocladium virens* إلى مكافحة الفطر *S. sclerotiorum* جوهريًا؛ كما أدى رش النموات الخضرية المتبقية فى الحقل بعد الحصاد بالفطرين إلى خفض شدة الإصابة بالمرض فى المحصول التالى، وذلك عندما كانت مستويات الإصابة معتدلة فى المحصول السابق (Budge وآخرون ١٩٩٥).

وأفضل ما يفيد فى المكافحة الحيوية للفطر *S. minor* الفطر المضاد *Sporidesmium sclerotivorum* (عن Subbarao ١٩٩٨)، كما أفاد معه أيضًا فطر الميكوريزا *Trichoderma harzianum* (Jones & Stewart ١٩٩٧)، والفطر المضاد *C. minitans*.

وقد ساعدت المعاملة بالإبروديون iprodione مرة واحدة فى زيادة فاعلية الفطر *C. minitans* فى مكافحة *S. sclerotiorum* دونما اعتبار لمدى تحمل *C. minitans* للإبروديون. وتشابهت معاملة الإبروديون مع *C. minutans* فى تأثيرها على الفطر المسبب للمرض مع معاملة الرش كل أسبوعين بالإبروديون (Budge & Whipps ٢٠٠١).

وأحدثت المعاملة بأى من *Serratia marcescens*، أو *Streptomyces viridodiasticus*، أو *Micromonospora carbonacea* نقصًا جوهريًا فى نمو الفطر *S. minor* فى البيئات الصناعية، علمًا بأنها جميعًا أنتجت تركيزات عالية من كل من الـ chitinase، والـ β-1,3-glucanase، وأن الاستربتوميسيت *Streptomyces viridodiasticus*، أنتج — كذلك — مركب أو مركبات مضادة للفطريات. وقد نجحت العزلات الثلاث — منفردة أو معًا — فى خفض شدة الإصابة بالفطر *S. minor* تحت ظروف الصوبة، وكانت قادرة على التواجد والتكاثر فى محيط الجذور فى خلال ١٤ يومًا من الزراعة (El-Tarabily وآخرون ٢٠٠٠).

العفن الاسكلوروشى (أو اللفحة الجنوبية)

يسبب الفطر *Sclerotium rolfsii* العفن الاسكلوروشى Sclerotium Rot. الذى يعرف كذلك باسم اللفحة الجنوبية. ويصيب الفطر عديد من النباتات منها: الطماطم، والفلفل، والباذنجان، والبطاطس، والكوسة، والبصل، والفاصوليا، والبطاطا. وكثير من الحشائش.

ولمكافحة مرض العفن الاسكلوروشي تجب مراعاة ما يلي:

١- اتباع دورة زراعية مدتها ٣ سنوات يدخل فيها الذرة والذرة الرفيعة — اللذان لا يصابان بالفطر — وكذلك الأرز، الذى يؤدى غمر حقوله بالماء لفترات طويلة إلى القضاء على الأجسام الحجرية للفطر، كما يفيد إدخال القطن فى الدورة.

٢- تعقيم التربة بالكيماويات فى الزراعات المحمية.

٣- أفاد كذلك غمر التربة بالماء لمدة ٩ أيام فى خفض حيوية الأجسام الحجرية للفطر إلى ١٠٪ فقط من حيويتها الابتدائية، وكان فقد الأجسام الحجرية لحيويتها مصاحبًا بتحلل بكتيرى فيها، وبفقد كامل لقدرتها على إصابة الفلفل؛ الأمر الذى ترتب عليه نقص فى شدة الإصابة بالمرض من ٤٣,٧٪ فى الأرض التى لم تغمر بالماء إلى ١٢,٣٪ فقط فى الأرض التى غمرت (Sariah & Tanaka ١٩٩٥).

٤- استعمال بذور خالية من الإصابة بالمرض فى الزراعة.

٥- تجنب التسميد الآزوتى الغزير.

٦- المحافظة على بقاء سطح المصاطب جافًا عند إجراء الرى بطريقة الغمر.

٧- أدت بسترة التربة بالإشعاع الشمسى (معاملة التشميس مع استعمال البلاستيك الشفاف) لمدة ٦ أسابيع، ثم حقن التربة بالفطر *Gliocladium virens* إلى مكافحة الفطر *S. rolfsii* بصورة جيدة فى حقول الطماطم، حيث قضت المعاملة على الأجسام الحجرية للفطر بنسبة ١٠٠٪، و ٩٦٪، و ٥٦٪ حتى عمق ٣٠ سم فى سنوات مختلفة للدارسة (Ristaino وآخرون ١٩٩١).

كما أفاد تعقيم الحقول بالإشعاع الشمسى solarization لمدة ٩٨ يومًا قبل زراعة الفلفل فى ولاية ألاباما الأمريكية فى رفع حرارة التربة إلى ٤٩°م — أو أعلى من ذلك — لمدة ٤١ يومًا من فترة التعقيم، بمتوسط فرق فى درجة الحرارة قدره ١٤°م بين التربة المغطاة بالبلاستيك الشفاف والتربة المكشوفة. وقد أدى ذلك إلى التخلص التام من جميع الأجسام الحجرية لفطر *Sclerotium rolfsii* — المسبب لمرض اللفحة الجنوبية — فى السنتيمترات العشرة العلوية من التربة، وخفض نسبة الإصابة بالمرض بنسبة ٩٥٪ (Stevens وآخرون ١٩٩٨). كذلك أكدت دراسات أخرى أجريت فى ولاية نورث

كارولينا على أهمية عملية بسترة التربة بالإشعاع الشمسى لمدة ٦ أسابيع قبل الزراعة فى توفير حماية جيدة من الإصابة بالمرض (Ristaino وآخرون ١٩٩٦).

٨- أمكن مكافحة الفطر *C. rolfsii* مسبب مرض اللفحة الجنوبية فى الفلفل بالمعاملة بكل من *Glomus macrocarpum*، و *Trichoderma harzianum* معًا (Sreenivasa ١٩٩٤).

كذلك أفاد استعمال الفطر *Talaromyces flavus* فى المكافحة الحيوية للفطر *S. rolfsii*، وتحدث المكافحة بالتطفل، وترتبط بنشاط إنزيم الـ chitinase فى الفطر *T. flavus* (Madi وآخرون ١٩٩٧).

وأدت معاملة التربة بفطر الميكوريزا *Gliocladium virens* إلى مكافحة مرض سقوط البادرات الذى يسببه الفطر *S. rolfsii*، وزيادة نسبة إنبات بذور الفاصوليا فى التربة الملوثة بالفطر (Lewis وآخرون ١٩٩٣)، وكانت عزلة فطر الميكوريزا رقم G*l*-3 أكثر العزلات فاعلية (Lewis & Fravel ١٩٩٦).

كذلك أحدثت معاملة بذور الفاصوليا بأى من فطريات الميكوريزا *Trichoderma viride* (عزلة 117)، أو *T. harzianum* (عزلة 74)، أو *Trichoderma* sp. (عزلة 6A) إلى مكافحة عفن الجذور الذى يسببه الفطر *S. rolfsii*، وكان *T. viride* أكثرهم فاعلية. وقد تطفلت فطريات الميكوريزا الثلاثة على هيفات الفطر *S. rolfsii*. وفى البيئات الصناعية، منعت مركبات أيضية غير متطايرة للفطر *T. viride* نمو الفطر *S. rolfsii* كلية (Roberti وآخرون ١٩٩٦). وبالمقارنة .. أوضحت نتائج Lewis & Fravel (١٩٩٦) أن *G. virens* كان أكثر فاعلية فى مكافحة المرض عن كل من: *T. viride*، و *T. hamatum*، و *T. harzianum*.

٩- إزالة وحرق جميع النباتات المصابة.

وبالإضافة إلى ما تقدم بيانه، يكافح الفطر المسبب للمرض فى البصل بمراعاة ما يلى:

١- زراعة الأصناف الملونة فى الحالات التى تشتد فيها الإصابة، وذلك لأنها أكثر مقاومة من الأصناف البيضاء. ويرجع ذلك إلى احتواء الحراشيف الخارجية الجافة،

وطبقة البشرة الخارجية لـلأوراق اللحمية بالأصناف الملونة على مواد فينولية تثبط نموات الفطر. ومع أنه كثيراً ما تشاهد أبصال ملونة وهى مصابة، إلا أن ذلك يرجع إلى تعرض الأوراق اللحمية المجروحة لجراثيم الفطر وقت الحصاد، حيث لا تجد أمامها المركبات التى تثبط نموها. وبالمقارنة .. نجد أن الأصناف ذات الأبصال البيضاء تزداد فرصة إصابتها بالمرض، نظرًا لأن جراثيم الفطر يمكنها النمو فى أى مكان تسقط عليه من أنسجة الأوراق اللحمية (عن Walker ١٩٦٩).

٢- العناية بإجراء عملية الحصاد بعد تمام نضج الأبصال.

٣- قطع النموات الخضرية فوق عنق الرقبة بمسافة سنتيمتر واحد، والاهتمام بإجراء عملية العلاج التجفيفى بصورة جيدة، ويساعد ذلك على عدم تسرب جراثيم الفطر المسبب للمرض إلى الأنسجة اللحمية القابلة للإصابة.

٤- فرز المحصول قبل التخزين، واستبعاد الأبصال المصابة.

٥- التخزين فى مخازن نظيفة جيدة التهوية فى درجة الصفر المئوى، مع رطوبة نسبية ٦٥٪ (عن روبرتس وبوثرويد ١٩٨٦).

٦- المكافحة الكيميائية:

أ- أدت معاملة البذور بمخلوط من الثيرام thiram والبينوميل benomyl بمعدل جرام واحد من المادة الفعالة من كل منهما لكل كيلوجرام من البذور إلى القضاء على المرض فى المملكة المتحدة، وتأكدت هذه النتائج فى دول أخرى.

ب- أدى غسيل شتلات البصل فى البينوميل بتركيز ١,٥ جم/لتر، ورش النباتات بالفولاتان Folatan (وهو مبيد حشرى) إلى خفض نسبة الإصابة بعفن الرقبة من ٨٠٪ إلى صفر٪، بينما أدى استعمال البينوميل منفردًا إلى خفض نسبة الإصابة من ٨٠٪ إلى ٢٠٪ (Osman وآخرون ١٩٩١).

الرايزكتونيا

يسبب الفطر *Rhizoctonia solani* عددًا من الأمراض الهامة فى محاصيل الخضر بخلاف مرض الذبول الطرى.

وتكافح أمراض الرايزكتونيا – مثل مرض عفن وسط الثمرة فى الخيار، ومرض عفن الثمار الرايزكتونى فى القرعيات الأخرى – بالأساليب التالية:

١- استعمال أغطية التربة البلاستيكية لتجنب ملامسة الثمار للتربة الرطبة.

٢- بسترة التربة بالتشميس solarization. وقد أحدثت بسترة التربة خفضاً كبيرًا فى مدى تلوث التربة بالفطر *R. solani*، وكان ذلك مصحوبًا بزيادة فى محتواها من الفطريات المقاومة للحرارة، وبخاصة .*Penicillium* spp، مع نقص واضح فى معدل إصابة ثمار الخيار بمرض وسط الثمرة الذى يسببه فطر الرايزكتونيا (Keinath ١٩٩٥).

٣- مكافحة الفطر بيولوجيًّا باستعمال عدد من الأنواع البكتيرية، منها *Pseudomonas* spp، و .*Laethisaria* spp.

وفى البطاطس .. يكافح مرض القشرة السوداء – الذى يسببه ذات الفطر – بالوسائل التالية:

١- اتباع دورة زراعية رباعية تدخل فيها النجيليات التى لا تصاب بالفطر. علمًا بأن تكرار زراعة البطاطس فى الحقل الواحد عامًا بعد آخر يقود حتمًا على زيادة معدل الإصابة بالمرض.

٢- استخدام تقاو سليمة خالة من الإصابة بالفطر فى الزراعة.

٣- يفيد تقصير الفترة بين الزراعة والإنبات فى تقليل إصابة سيقان النباتات بالفطر، ويجرى ذلك باستعمال تقاو ذات قدرة على إعطاء نموات سريعة وقوية. وتنبيت التقاوى قبل زراعتها فى ظروف تسمح بإنتاج نموات قصيرة، وسميكة وخضراء.

٤- تفيد الزراعة السطحية للتقاوى فى تقليل فرصة حدوث إصابات مبكرة بالفطر خلال مرحلة النمو التى تزداد فيها حساسية النباتات للإصابة. على أن يتم الترديم على قواعد السيقان بعد استكمال الإنبات.

عفن الجذور الأسود فى الفاصوليا

يسبب الفطر *Thielaviopsis basieola* مرض عفن الجذور الأسود back root rot فى الفاصوليا، وهو يكافح بالوسائل التالية:

١- اتباع دورة زراعية ثلاثية تتضمن النجيليات.

٢- تعقيم التربة بالتشميس solarization.

٣- المكافحة الحيوية:

أمكن تخفيض شدة الإصابة بنسبة ٣٥,١٪ بتلقيح التربة بالعزلة TN-21 من فطر الميكوريزا *Trichodema* spp. (Silveira وآخرون ١٩٩٤).

لفحة فيتوفثورا

يسبب الفطر *Phytophthora capsici* مرض لفحة فيتوفثورا فى عديد من الخضر من أهمها الطماطم والفلفل والباذنجان والقرعيات والفاصوليا.

ويكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١- الزراعة فى مواقع جيدة الصرف، بمراعاة ما يلى:

أ- تحسين الصرف.

ب- حراثة تحت التربة قبل الزراعة.

جـ- تجنب أى تسرب فى شبكة الرى.

د- عدم الزراعة فى الأماكن المنخفضة من الحقل.

٢- اتباع دورة زراعية رباعية أو خماسية.

٣- استعمال بذور معتمدة خالية من الإصابة فى الزراعة.

٤- تجنب انتقال الفطر، من الأراضى الملوثة إلى حقل الزراعة، مع الآليات والنباتات المصابة.

٥- بسترة التربة بالتشميس solarization (Yucel ١٩٩٥).

٦- العناية بتسوية التربة وتجنب الإنخفاضات التى يمكن أن تتجمع فيها الرطوبة.

٧- الزراعة على مصاطب مرتفعة (Hwang & Kim ١٩٩٥) لا يقل ارتفاعها عن ٢٣ سم لتجنب تراكم الماء عند قاعدة النبات (Ristaino & Johnston ١٩٩٩).

٨- زراعة الأصناف المقاومة، مثل أصناف الفلفل Adra، و Emerald Isle، و Paladin. ويتميز الصنف الأخير بكونه على درجة عالية من المقاومة للمرض، فضلاً

عن صفاته البستانية الجيدة، ولكن مقاومته هى لعفن التاج والجذور. بينما لا يمكنه مقاومة لفحة الأوراق، والساق، والثمار (Ristaino & Johnston ١٩٩٩).

٩- يفيد استعمال الغطاء البلاستيكى للتربة فى العمل كحاجز أمام انتقال الفطر إلى الأجزاء الهوائية للنباتات، سواء أكان ذلك الانتقال عن طريق رذاذ الماء، أم بالهواء. ولكنه يزيد فى الوقت ذاته من انتشار الفطر — الذى قد يلوث البلاستيك سطحيًّا — بواسطة رذاذ الماء.

١٠- أفاد — كذلك — استعمال غطاء من بقايا نباتات قمح من زراعة سابقة فى الحد من انتشار الفطر بين النباتات فى الحقل (Ristaino وآخرون ١٩٩٧)، كما حُصل على نتائج مماثلة باستعمال غطاء للتربة من القش (عن Ristaino & Johnston ١٩٩٩).

١١- عدم الإفراط فى الرى (Shin & Nobuo ١٩٩٣، و Rista وآخرون ١٩٩٥). وعندما يكون الرى بطريقة الغمر، يفضل أن يجرى كل ثانى خط، أى يكون الرى فى خطوط متبادلة مع خطوط أخرى لا تروى altertnate rows تنمو فيها النباتات ويصلها ماء الرى بالنشع من الخطوط المروية (Daniell & Falk ١٩٩٤).

ويستدل — كذلك — من دراسات Café-Filho & Duniway (١٩٩٥) على أن شدة المرض تتناسب طرديًّا مع معدل الرى بالغمر، حيث لم يؤثر الفطر على المحصول عند إجراء الرى كل ثلاثة أسابيع، بينما كان النقص فى المحصول معنويًّا عند الرى كل أسبوع أو كل أسبوعين. وبالمقارنة لم يكن للرطوبة الأرضية تأثيرًا يذكر على الإصابة بالمرض فى السلالات المقاومة؛ حيث لم تحدث أية إصابة — أو كانت الإصابة قليلة للغاية — فى جميع معاملات الرى.

١٢- تقل إصابة الجذور وتاج النبات بالمرض فى حالات الرى تحت السطحى بالتنقيط حينما تكون المنقطات على عمق ١٥ سم من سطح التربة؛ وذلك مقارنة بالرى السطحى بالتنقيط أو بالغمر، كما تزداد الفائدة من الرى بالتنقيط — سواء أكان سطحيًّا، أم تحت سطحى — بجعل المنقطات بعيدة قليلاً عن ساق النبات (Café-Filho & Duniway ١٩٩٦).

أدت إضافة مادة ناشرة غير متأينة noionic surfactant (مثل أكواجرو ٢٠٠٠ إل

AquaGro 2000L) إلى مزرعة فلفل لا أرضية (مزرعة صوف صخرى) إلى التخلص الكامل من الجراثيم السابحة zoospores للفطر *P. capsici* ومكافحة المرض بصورة تامة، بينما أدى وجود نبات واحد مصاب فى المزرعة — مع عدم إضافة المادة الناشرة — إلى موت جميع النباتات فيها — أيًّا كان عمرها — فى خلال أسبوعين من عدوى هذا النبات صناعيًّا فى السويقة الجينية السفلى. تضاف المادة الناشرة بتركيز ٢٠ جم/م٣ من المحلول المغذى، وهى تشل حركة الجراثيم السابحة، التى تعد المسئول الأول عن انتشار الإصابة بالفطر (Stanghellini وآخرون ١٩٩٦). وقياسًا على هذه النتائج .. فإن إضافة المادة إلى مياه الرى بالتنقيط ربما تحقق الهدف ذاته فى زراعات الفلفل الحقلية.

١٤– أفاد فى مكافحة المرض استعمال عديد من الإضافات للتربة، سواء أكانت فى صورة أسمدة عضوية متنوعة، أم مركبات طبيعية، مثل: الشيتوسان chitosan، والهيوميت humate (حامض الهيوميك)، ومخلفات القمامة، ومخلفات المجارى المخلوطة بالمخلفات النباتية، وقشور الخشب، وقد أدت معظم هذه الإضافات — وخاصة الأخيرتين منها — إلى إحداث زيادة كبيرة فى أعداد ونشاط كائنات التربة، وكان ذلك مصاحبًا بنقص فى شدة الإصابة بالمرض (Kim وآخرون ١٩٩٧).

١٥– أفاد استعمال أملاح الفوسفيت phosphite فى المزارع المائية فى الحد من إصابة الفلفل بلفحة فيتوفثورا، ولكن النمو النباتى والمحصول انخفضا جوهريًّا وظهرت على النباتات أعراض نقص الفوسفور، ولكن استعمال مزيج من ١ مللى مول فوسفات phosphate مع ٠,٣ مللى مول فوسفيت phosphite فى المحاليل المغذية أدى إلى تحسين النمو النباتى والمحصول، بينما كانت الإصابة بالفطر وسطاً بين المعاملة بالفوسفيت فقط (٠,١ أو ١,٠ مللى مول)، وبالفوسفات فقط (١ مللى مول) (Forster وآخرون ١٩٩٨).

١٦– استعمال المبيدات:

يفيد الميتالاكسيل metalaxyl (مثل الريدوميل Ridomil) فى مكافحة لفحة فيتوفثورا (Hwang & Kim ١٩٩٥)، وخاصة إذا ما اقترنت المعاملة بالرى بطريقة الخطوط

المتبادلة، أى الرى كل ثانى خط (Daniell & Falk ١٩٩٤). وقد أدت المعاملة بالميتالاكسيل فى مياه الرى إلى خفض معدل الإصابة بالمرض من حوالى ٧١٪ إلى حوالى ١٣٪ (Ristaino وآخرون ١٩٩٧).

كذلك أفاد استعمال كلا من الكوسيد ٦٠٦ Kocide 606 (أيدروكسيد النحاس) منفردًا، أو الردوميل ٢ إى Ridomil 2E مع Copper 70w رشًا على النموات الخضرية كل ٧-١٤ يومًا (Bracy وآخرون ١٩٩٦).

هذا إلا أن الفطر *P. capsici* قادر على تطوير سلالات تتحمل الميتالاكسيل، حيث ظهر فى ولايتى نورث كارولينا ونيوجيرس الأمريكيتين عديدًا من الحالات التى لم يتأثر فيها الفطر لا بالميتالاكسيل (الريدوميل)، ولا ببديله المِفينوكسان mefenoxan (الريدوميل جولد Ridomil Gold) (Parra & Ristaino ١٩٩٨)، ولذا .. فإن تبادل استعمال المبيدات، أو استعمال خليط منها يعد أمرًا ضروريًّا لتوفير حماية جيدة من الإصابة والحد من ظهور السلالات المقاومة للمبيدات (Ristaino & Johnston ١٩٩٩).

عفن التاج الفيوزارى

يسبب الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* مرض عفن التاج الفيوزارى Fusarium Crown Rot فى الطماطم، كما يصيب — كذلك — الفلفل والباذنجان. وبعض البقوليات.

ويكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١- رى النباتات بمحاليل المبيدات المناسبة.

٢- زراعة الأصناف المقاومة، وهى متوفرة.

٣- المكافحة الحيوية:

أدى نقع قش الأرز فى معلق من مزارع البكتيريا *Bacillus subtilis* (سلالة NB22)، ثم خلطه بالتربة إلى تقليل الإصابة بالمرض (Phae وآخرون ١٩٩٢). كذلك أفادت معاملة التربة بفطر الميكوريزا *Trichoderma harzianum* — بالإضافة إلى: إما بسترة التربة

بالإشعاع الشمسى، وإما بتبخيرها بجرعة منخفضة من بروميد الميثايل (٣٠٠ كجم/هكتار أو ١٢٦ كجم/فدان، مقارنة بالجرعة العادية: ٧٥٠ كجم/هكتار أو ٣١٥ كجم/فدان) — أفادت فى مكافحة المرض بصورة جيدة (Sivan & Chet ١٩٩٣).

كذلك حصل Tu & Zheng (١٩٩٤) على مكافحة جيدة للمرض باستعمال أى من الكائنات الدقيقة:

Bacillus subtilis	*Gilocladium roseum*
Pseudomonas fluorescens	*G. virens*

وقد حصل الباحثان على أفضل مكافحة للمرض باستعمال *G. roseum*. وعمومًا .. كانت الفطريات (*Gilocladium* spp.) أفضل فى مكافحة المرض من نوعى البكتيريا المستخدمين.

عفن الجذر والتاج والثمار الفيوزارى فى القرعيات

يسبب الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucurbitae* مرض عفن الجذور والتاج والثمار الفيوزارى فى مختلف القرعيات.

ويكافح المرض بالوسائل التالية:

١- اتباع دورة زراعية ثلاثية.

٢- زراعة بذور خالية من الإصابة.

٣- معاملة البذور بالماء الساخن على حرارة ٥٥°م لمدة ١٥ دقيقة، أو بنقعها فى محلول ٠,١٪ كلوريد الزئبق لمدة ١٠-١٥ دقيقة.

٤- أمكن مكافحة الفطر *F. solani* f. sp. *cucurbitae* جيدًا، وذلك بالجمع بين التعقيم الشمسى solarization لمدة ٣-٦ أسابيع، وإضافة سيناميد الكالسيوم بمعدل ١٠٠ جم/م٢ من سطح التربة، وقش القمح الجاف المقطع إلى أجزاء صغيرة (Bourbos وآخرون ١٩٩٧).

٥- المكافحة الحيوية بالترايكودرما كما فى المنتج التجارى T22.

العفن القاعدى وعفن الجذر الفيوزارى فى البصل

يسبب المرض الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*.

ويكافح المرض بصورة جيدة بمراعاة ما يلى:

١- اتباع دورة زراعية مدتها ٣ أو ٤ سنوات.

٢- العناية بإجراء عملية الحصاد فى الموعد المناسب، وإجراء عملية العلاج التجفيفى بصورة جيدة، مع فرز الأبصال المصابة واستبعادها قبل التخزين، والعناية بعملية التخزين.

٣- زراعة الأصناف المقاومة، وهى كثيرة نسبيًا، مثل: جرانكس، ويلو سويت سبانش.

٤- تعقيم المشاتل.

٥- غمس الشتلات قبل زراعتها فى الكابتان (٧ جرامات — ١٥ جرامًا من المادة الفعّالة/لتر)، أو الثيرام (٢,٥-٥ جم من المادة الفعّالة/لتر).

٦- معاملة البصيلات قبل زراعتها بالبينوميل ١٥٪ + مانكوزيب ٦٠٪، أو بمسحوق البينوميل.

٧- المكافحة الحيوية:

أدت المكافحة الحيوية للفطر *F. oxysporum* f. sp. *cepae* بالفطر *Trichoderma harzianum* (السلالة رقم ٣١٢) تحت ظروف الحقل إلى مكافحة مرض عفن القاعدة الفيوزارى بنسبة ٨٩٪، وتماثل ذلك مع مستوى المكافحة باستعمال المبيد بينوميل benomyl (Flori & Roberti ١٩٩٣).

وفى مصر .. يوصى بمعاملة الشتلات بفطر بنيسيليوم جانسيليوم (يحتوى على ٥ × ١٠^١٠ جرثومة/مل) من المعلق) بمعدل ٤٠ لترًا للفدان.

الندوة (اللفحة) المتأخرة

تعد الندوة (أو اللفحة) المتأخرة late blight — التى يسببها الفطر *Phytophthora infestans* — من أخطر الأمراض التى تصيب الطماطم والبطاطس.

ولمكافحة الندوة المتأخرة يراعى اتباع ما يلى:

١- عدم زراعة الطماطم بعد البطاطس - أو العكس - في الدورة، وعدم زراعة الطماطم بالقرب من حقول البطاطس، ويفضل اتباع دورة زراعية ثلاثية أو رباعية.

٢- رش مشاتل الطماطم دوريًا بالمبيدات الفطرية المناسبة، واستخدام شتلات سليمة فى الزراعة ويفضل رشها قبل نقلها إلى الحقل الدائم بأسبوع بالتراى ميلتوكس فورت، أو بالريدوميل مانكوزيب بتركيز ٠,٢٥٪ لأى منهما.

٣- استخدام تقاوى بطاطس معتمدة وخالية من الإصابة فى الزراعة.

٤- التخلص من جميع نباتات البطاطس التى تنبت فى الحقل من درنات محصول سابق تكون قد تركت فى الأرض؛ وذلك قبل الزراعة بالدرنات المعتمدة.

٥- عدم إجراء الرى بطريقة الرش فى الظروف البيئية المناسبة لانتشار المرض، وخاصة مع الأصناف ذات النمو الخضرى المندمج، وفى الحقول القريبة من زراعات البطاطس.

٦- إزالة الأوراق السفلية المصابة - فى الزراعات المحمية - أولا بأول.

٧- التخلص من النباتات المصابة التى تشاهد فى الحقل - أولاً بأول - بمجرد اكتشافها.

٨- التخلص من النموات الهوائية للبطاطس المصابة قبل الحصاد برشها بحامض الكبريتيك، أو ببعض مبيدات الحشائش - مثل الدكوات diquat، والداينوسب dinoseb - بغرض القضاء على جراثيم الفطر التى تصيب الدرنات عند الحصاد.

٩- فرز الدرنات المصابة عند الحصاد، والتخلص منها خارج الحقل، واتخاذ كل الاحتياطات الممكنة لمنع تزريعها - حتى وهى فى خارج الحقل - ذلك لأنها تشكل مصدرًا رئيسيًّا للإصابة بالمرض فى الزراعات التالية.

١٠- الوقاية من الإصابة فى الحقل بالرش بأحد المبيدات المناسبة - بالتناوب - بدءاً من بعد الشتل بنحو ١٥ يومًا، ثم كل ١٠-١٥ يومًا بعد ذلك. ويمكن استعمال كلا من: المبيدات التى تؤدى فعلها بالملامسة، والمبيدات الجهازية، ولكن يفضل استعمال المبيدات الجهازية فى المواسم المطرة التى يزداد فيها خطر الإصابة. ومن بين المبيدات

التى يمكن استعمالها الريدوميل مانكوزيب، والتراى ميلتوكس فورت، والريدوميل + نحاس، والكوبروزان ٣١١ سوبر د بتركيز ٠,٢٥٪ لأى منها. كما يمكن استعمال مبيدات: الأنتراكول، والكوبرافيت، والدايرين، واليوبارين، والكوبرين، والكوبرانتراكول، والساندوكور. ومن الضرورى الرش فى خلال ٢٤ ساعة من سقوط الأمطار فى حالة عدم سبق الرش بأحد المبيدات الجهازية.

١١- وجد Cohen (١٩٩٤) أن رش نباتات الطماطم فى مرحلة نمو الورقة الحقيقة السادسة إلى السابعة بالحامض الأمينى غير البروتينى DL-3-amino-n-butanoic acid أدى إلى حمايتها من الإصابة بالفطر *Phytophthora infestans*. وقد أعطت رشة واحدة من هذا الحامض الأمينى بتركيز ٢٠٠٠ جزء فى المليون (١٩,٤ مللى مولاراً) — قبل الحقن بالفطر أو بعد الحقن به مباشرة — مكافحة بلغت ٩٥٪، مقارنة بمعاملة الشاهد. كما وفرت المعاملة حماية — كذلك — ضد ٧ سلالات من الفطر فى ٧ أصناف من الطماطم. ويستدل من دراسات Cohen & Gisi (١٩٩٤) أن المركب يوفر الحماية الجهازية ضد الفطر — بعد انتقاله داخل النبات — وذلك بإحداث تغييرات فى تركيب الجدر الخلوية أو فى الأيض النباتى بطريقة تجعل النبات أكثر مقاومة للإنزيمات التى يفرزها الفطر.

١٢- زراعة الأصناف المقاومة:

لا يعّول كثيرًا على مكافحة مرض الندوة المتأخرة — فى الطماطم — بزراعة الأصناف المقاومة؛ لأن المقاومة لا تتوفر فى أصناف كثيرة. ويوجد نوعان من المقاومة: الأولى بسيطة ويتحكم فيها جين واحد سائد يكسب النبات مقاومة ضد سلالة الفطر (صفر)، كما فى الصنف نيويوركر New Yorker، والثانية كمية.

البياض الدقيقى

يُصيب البياض الدقيقى عديدًا من محاصيل الخضر — بخاصة القرعيات. وتتنوع الأنواع الفطرية التى تُحدث المرض — غالبًا — باختلاف المحاصيل؛ فهى فى القرعيات غيرها فى الطماطم، وغير تلك التى تصيب البسلة أو الجزر ... إلخ.

ويكافح مرض البياض الدقيقى فى القرعيات بعديد من الوسائل، كما يلى:

الأساليب الزراعية

من أهم الأساليب الزراعية التى تجب مراعاتها فى مكافحة المرض، ما يلى:

١- التخلص من بقايا المحصول السابق التى تحوى الأجسام الثمرية للفطر وجراثيمه الكونيدية.

٢- التهوية الجيدة فى الزراعات المحمية.

٣- زراعة الأصناف المقاومة، وهى تتوفر فى القاوون (الكنتالوب) والشمام، والخيار، علمًا بأن معظم أصناف البطيخ تعد مقاومة طبيعيًا للمرض.

هذا .. وتتشابه تمامًا أعراض الإصابة بكل من الفطرين *Erysiphe cichoracearum*، و *Sphaerotheca fuliginea*، ولكن المقاومة المتوفرة فى القرعيات شديدة التخصص وتكون ضد سلالات معينة من أى منهما. وكثيراً ما تبدأ الإصابة فى الربيع بالفطر *E. cichoracearum*، ثم تحل محلها — تدريجيًا — الإصابة بالفطر *S. fuliginea*، ولذا .. فإن المقاومة يجب أن تكون ضد كلا الفطرين، وضد السلالات المنتشرة فى منطقة الزراعة من كل منهما.

وتتوفر المقاومة للسلالة ١ من الفطر *S. fuliginea* فى عديد من أصناف طراز الجاليا من القاوون، مثل الأصناف: أيديال، وتوتال، وبريمال، وفيكار، وريجال، كما تتوفر المقاومة للسلالة ٢ من الفطر ذاته فى بعض الأصناف، مثل أيديال. كذلك تتوفر المقاومة للفطر *E. cichoracearum* الأقل أهمية فى بعض الأصناف، مثل أيديال.

٤- التحكم فى طول الموجات الضوئية فى الزراعات المحمية:

ازدادت الإصابة بالفطر *S. fuliginea* فى الخيار فى وجود إضاءة صناعية من لمبات خاصة (broad-spectrum metal halide lamps) أعطت قدرًا عاليًا من الضوء الأزرق والأشعة فوق البنفسجية A (UV-A)، بينما كانت شدة الإصابة بالبياض الدقيقى أقل ما يمكن عندما استعمل غطاء بلاستيكى يسمح بنفاذ ضوء أحمر عند ٦٦٠ نانومترًا بنسبة ٩٩٪، وأشعة تحت حمراء بين ٧٠٠، و ٨٠٠ نانومترًا بنسبة ١٪ .. أى بدون أى ضوء أزرق أو أشعة فوق بنفسجية (Schuerger & Brown ١٩٩٧).

المكافحة بالمبيدات أو ببدائل المبيدات

يكافح البياض الدقيقي باستعمال أى من المبيدات، أو بدائل المبيدات التالية:

توباس ١٠٠ ١٠٪ مستحلب	بمعدل ٢٥ سم^{3}(مل)/١٠٠ لتر ماء.
أفوجان ٣٠٪ مستحلب	بمعدل ١٠٠ مل/١٠٠ لتر ماء.
كبريت زراعى النصر ٩٩٪ مسحوق تعفير	بمعدل ٣٠ كجم/فدان.
سوريل زراعى (سمارك) ٩٨٪ مسحوق تعفير	بمعدل ٣٠ كجم/فدان.
سوريل زراعى (شيخ) ٩٨٪ مسحوق تعفير	بمعدل ٣٠ كجم/فدان.
شامة ٩٩,٥٪ مسحوق تعفير	بمعدل ٣٠ كجم/فدان.
كبريدست ٩٩,٨٪ مسحوق تعفير	بمعدل ٣٠ كجم/فدان.
سوريل ميكرونى (سمارك) ٧٠٪ مسحوق قابل للبلل	بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.
سوريل ميكرونى ٨٠٪ مسحوق قابل للبلل	بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.
ثيوفيت ٨٠٪ مسحوق قابل للبلل	بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء
سولفكس أكسيل ٨٠٪ مسحوق قابل للبلل	بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء
دومارك ١٠٪ مستحلب	بمعدل ٥٠ مل/١٠٠ لتر ماء.
سومى أيت ٥٪ مستحلب	بمعدل ٣٥ مل/١٠٠ تر ماء.
كاليجرين ٨٠٪ مسحوق قابل للبلل	بمعدل ١٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.
فيكترا ١٠٪ معلق	بمعدل ١٠٠ مل/١٠٠ لتر ماء للفدان

يعد الكبريت من أهم بدائل المبيدات، ويجرى التعفير به فى الصباح الباكر أثناء وجود الندى على الأوراق بمعدل ٣٠ كجم كبريت للفدان ابتداء من الشهر الثانى بعد الزراعة، ثم يكرر التعفير مرتين كل أسبوعين بعد ذلك، مع زيادة كمية الكبريت المستعملة حسب النمو النباتي. وتجدر الإشارة إلى أن بعض أصناف الخيار والقاوون تكون حساسة للكبريت. ويمكن الرش بالكبريت القابل للبلل بتركيز ١٪، أو بالكبريت الميكرونى بتركيز ٠,٢٥٪، وذلك كعلاج مشترك ضد كل من البياض الدقيقى والأكاروسات وتكفى أى من هذه المعاملات عادة للوقاية التامة من البياض الدقيقى فى البطيخ.

وقد تقل فاعلية معاملة التعفير بالكبريت فى مكافحة المرض عند ارتفاع درجة الحرارة خلال شهر أغسطس، وينصح فى هذه الحالة برش النباتات بأحد المبيدات غير الجهازية، مثل الكاراثين القابل للبلل بمعدل ١٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء، أو الكاراثين المستحلب بمعدل ٥٠ مل (سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء، ويلزم حوالى ٤٠٠ لتر من محلول الرش للفدان.

أما فى حالة انتشار الإصابة فإنه يوصى باستعمال أحد المبيدات الجهازية المناسبة، مثل: بايلتون ٢٥٪ بمعدل ٢٥ جم/١٠٠ لتر ماء، أو الروبيجان ١٢٪ بمعدل ١٠ مل/١٠٠ لتر ماء، أو فيجيليكس ٧٥٧٥ (١٠٪) بمعدل ٦٠ مل/١٠٠ لتر ماء، أو سومى أيت بمعدل ٣٥ مل/١٠٠ لتر ماء، أو دومارك بمعدل ٥٠ مل/١٠٠ لتر ماء، أو أفيوجان ٣٠٪ بمعدل ١٠٠ مل/١٠٠ لتر ماء، أو بايفيدان ٢٥٪ بمعدل ٢٠ مل/١٠٠ لتر ماء. ويلزم ٤٠٠ لتر من محلول الرش للفدان عند استعمال أى من هذه المبيدات. ويبدأ الرش الوقائى بعد الزراعة بنحو ٢٥ يومًا، ويكرر كل أسبوعين ويكفى عادة الرش مرتان إلى ثلاث مرات بالتبادل، ولا يلزم الرش بأى من هذه المبيدات عادة فى حالة البطيخ.

المكافحة ببعض المركبات الكيميائية غير المبيدات

نجح استعمال عديد من العناصر والمركبات الكيميائية — غير المبيدات — فى مكافحة مرض البياض الدقيقى، ومن أمثلة تلك المعاملات ما يلى:

١–المعاملة بالكبريت:

سبقت مناقشة المعاملة بالكبريت بصوره المختلفة كأحد أهم بدائل المبيدات المستعملة على نطاق تجارى.

٢– المعاملة بالسيليكون:

أمكن فى المزارع المائية مكافحة البياض الدقيقى فى كل من الخيار، والقاوون، والكوسة بإضافة سيليكات البوتاسيوم إلى المحول المغذى بتركيز ١,٧ مللى مولارًا من السيليكون، أو رش النباتات بمحلول من المركب ذاته بتركيز ٠,١٧ مللى مولارًا من السيليكون قبل سبعة أيام من عدواها بالفطر المسبب للمرض، حيث أدت أى من هاتين المعاملتين إلى تقليل ظهور الإصابة بالمرض (Menzies وآخرون ١٩٩٢).

وأدى نمو النباتات فى بيئة غنية بالسيليكون إلى زيادة ترسبه فى أنسجة الورقة، وخاصة عند قواعد الشعيرات trichomes، وصاحب ذلك زيادة فى مقاومة النباتات للفطر المسبب للبياض الدقيقى *S. fuliginea*، وكذلك ترسبه فى خلايا البشرة المحيطة بمواقع إصابة الفطر للأوراق (Samules وآخرون ١٩٩١)، ولكن المعاملة أدت كذلك إلى اكتساب الثمار لونًا شاحبًا غير طبيعى (Samules وآخرون ١٩٩٣).

وقد برهنت دراسات Fawe وآخرون (١٩٩٨) على أن السيليكون يعمل على زيادة مقاومة نباتات الخيار للفطر المسبب للبياض الدقيقى، وذلك بتحفيزه للنشاط الأيضى المضاد للفطر فى الأوراق المصابة، بتكوينه لنواتج أيضية ذات وزن جزيئى منخفض. وقد عزلت إحدى تلك المركبات — التى اعتبرت من الفيتوألاكسينات Phytoalexins — وعُرِّفت بأنها فلافونول أجليكون falzvonol aglycone، وتم تحديد تركيبها الكيميائى.

٣- المعاملة بالكوبالت:

أدى رش نباتات الكوسة وهى فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الأولى بكبريتات الكوبالت إلى زيادة مقاومتها الطبيعية للفطر *S. fuliginea*، حيث انخفضت شدة الإصابة بالبياض الدقيقى بزيادة تركيز محلول الرش من ٠٫٠٢٥ إلى ٠٫١ مللى مولارًا من كبريتات الكوبالت. كذلك كان رش النباتات بمركب فوسفات ثنائى البوتاسيوم K_2HPO_4 شديدة الفاعلية فى مكافحة المرض عندما استعمل بتركيز ٦ مللى مولارًا. وقد قللت معاملة الرش بكبريتات الكوبالت نشاط إنزيمى الأوكسيديز والبولى فينول أوكسيديز، هذا فى الوقت الذى خفضت فيه معاملة الرش بمركب فوسفات ثنائى البوتاسيوم نشاط إنزيم البولى فينول أوكسيديز، بينما أدت إلى زيادة نشاط إنزيم البيروكسيديز فى الأوراق المفصولة بعد ٤٨ ساعة من العدوى بالفطر (Gamil ١٩٩٥أ).

٤- المعاملة بالسيلينيم:

أدت إضافة السيلينيم إلى المحاليل المغذية بتركيز ٠٫٧٥ مللى مولارًا إلى خفض الإصابة بالبياض الدقيقى فى الخيار بنسبة تراوحت بين ١٠٪، و ١٦٪ (Dik وآخرون ١٩٩٨).

٥- المعاملة بماء الكلس ومضادات النتح:

وجد أن رش نباتات الكوسة أسبوعيًا بأى من ماء الكلس Whitewash (Loven أو Yalbin)، أو الطين أدى إلى مكافحة الفطر *S. fuliginea* بنسبة ٥٠٪-٦٠٪. وقد ازدادت كفاءة الرش عند إضافة مادة تجارية لاصقة إليه.

كذلك أعطت معاملة الرش أسبوعيًا بمضاد النتح فيبورجارد Vapor Gard نتائج مماثلة للرش بماء الكلس مع المادة اللاصقة (Marco & Cohen ١٩٩٤).

٦- المعاملة بالزيوت:

أدت معاملة الخيار بالتلميون Telmion (وهو تحضير تجارى يحتوى على زيت بذور اللفت بنسبة ٨٥٪) على صورة رذاذ دقيق (مست mist)، سواء أجريت المعاملة قبل عدوى النباتات بالفطر *S. fuliginea* (لأجل الحماية من الإصابة)، أم بعد العدوى بالفطر (لأجل معالجة الإصابة) .. أدت إلى نقص معنوى فى شدة الإصابة بالبياض الدقيقى فى الخيار بكفاءة زادت عن ٩٠٪ (Haberle & Schlosser ١٩٩٣).

٧- المعاملة بحامض السلسيلك وبعض المركبات المخلقة:

أدى نقع بذور الكوسة فى أسيتايل حامض السلسيلك acetylsalicylic acid بتركيز ٢,٥ أو ٥ مللى مولا لمدة ٢٤ ساعة إلى زيادة مقاومتها الطبيعية للفطر *S. fuliginea*. كذلك أدى رش البادرات وهى فى مرحلة الورقة الحقيقية الأولى بتركيزات مماثلة من الأسبرين إلى خفض شدة الإصابة بالمرض، ولم يكن الفرق معنويًا بين التركيزين المستعملين (Gamil ١٩٩٥ب).

وأدت معاملة الخيار بتركيزات منخفضة من المركب المخلق 2,6-dichlorisonicotinic acid (اختصارًا: INA) إلى جعلها مقاومة للإصابة بالفطر *S. fuliginea*، واختلف التركيز الفعّال من المركب حسب درجة المقاومة الوراثية للفطر فى صنف الخيار المستعمل، حيث تراوح بين ٠,٢٥ جزءًا فى المليون فى الصنف فلامنجو Flamingo المقاوم جزئيًا للبياض الدقيقى، و ٦ أجزاء فى المليون فى أصناف أخرى قابلة للإصابة. وقد أمكن مقاومة المرض بصورة فعّالة تحت ظروف الصوبة فى صنف الخيار فلامنجو

بمعاملة النباتات كل أسبوعين بتركيز ٠,٥ جزءًا فى المليون، علمًا بأن المعاملة كان لها تأثير تراكمى (Hijwegen & Verhaar ١٩٩٥).

ويعتقد بأن معاملة نباتات الخيار بحامض السليسيلك Salicylic acid تكسبها مقاومة جهازية ضد الإصابة بالفطر *S. fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى؛ حيث يترتب على المعاملة قبل العدوى بالفطر بطء فى كافة خطوات عملية الإصابة المرضية (Conti وآخرون ١٩٩٦). ووجد Feussner وآخرون (١٩٩٧) أن المناعة التى تكتسب ضد الإصابة بالبياض الدقيقى عند معاملة الخيار بأى من حامض السليسيك أو مركب INA يمتد تأثيرها فى كلتا الحالتين ضد كل من الفطرين *S. fuliginea*، و *E. cichoracearum* مسببًا البياض الدقيقى، إلا أن حامض السليسيلك كان أكثر فاعلية فى إكساب النباتات مناعة ضد البياض الدقيقى عن INA. وقد صاحبت المعاملة بأى من المركبين — مع العدوى بالفطر — إنتاج النباتات لطراز جديد من إنزيم ليبوكسى جينيز lipoxygenase أعطى الرمز LOX-95.

٨- المعاملة بالمنظفات والمواد الناشرة:

أفادت معاملة نباتات الخيار بالمادة المنظفة detergent زوهار Zohar LQ-215 فى تقليل شدة الإصابة بالبياض الدقيقى. حيث بلغت شدة الإصابة ٢.٤٪ فقط بعد المعاملة ثلاث مرات على فترات مدتها ٥ أيام، وذلك مقارنة بشدة إصابة بلغت ٢٧٪ فى نباتات المقارنة. وأدى خلط الزوهار مع المبيد الفطرى فيناريمول fenarimol بنصف التركيز الذى يستعمل منه عادة إلى تحسين فاعلية كل منهما تحت ظروف الحقل (Cohen وآخرون ١٩٩٦).

٩- المعاملة بأملاح البيكربونات:

أفاد الرش بأملاح البيكربونات — مثل بيكربونات الصوديوم — فى مكافحة المرض فى الخيار (عن Palmer وآخرين ١٩٩٧).

كذلك أفادت المعاملة بأى من بيكربونات الصوديوم، أو توين ٢٠ Tween 20، أو بينولين Pinolene (وهو مستخلص من الصنوبر)، والزيت المعدنى. وفوسفات أحادى

البوتاسيوم، وزيت الكانولا .. أفادت المعاملة بأى منها منفردة، أو فى توافيق مع بعضها فى خفض شدة الإصابة بالبياض الدقيقى فى كل من الكوسة والخيار، وكانت أفضلها هى المعاملة ببيكربونات الصوديوم مع أى من التوين ٢٠، أو الزيت المعدنى، أو البينولين (Collina ١٩٩٦).

١٠- المعاملة بأملاح الفوسفات والبوتاسيوم:

أدى رش السطح العلوى للورقة الحقيقية الأولى من نباتات الخيار مرة واحدة بأى من المركبات K_2HPO_4 أو $KHPO_4$ أو $Na_4P_2O_7$، أو Na_3PO_4 بتركيز ١٠٠ مللى مولار قبل ساعتين من عدوى النباتات بالفطر *S. fuliginea* .. أدى ذلك إلى توفير حماية جهازية للنباتات من الإصابة بالبياض الدقيقى فى الورقتين الثانية والثالثة. وبينما لم تكن للمعاملة بالمركب Na_2HPO_4 أى تأثير فى هذا الشأن، فإن رش الورقة الأولى بمخلوط من المركبين $KHPO_4$، و Na_2HPO_4 أحدث مقاومة جهازية واضحة فى الورقتين الثانية والثالثة. وأدى رش الورقة الأولى بالمركب K_2HPO_4 قبل عدواها بالفطر بـ ٩٦ ساعة، أو ٤٨ ساعة، أو ساعتين إلى توفير مقاومة جهازية ظهرت على صورة نقص فى عدد مواقع الإصابة الأولى بالبياض الدقيقى بنسبة ٧٤٪، و ٧٦٪، و ٩٦٪ على التوالى، مقارنة بنباتات الكنترول التى رشت بالماء. وكانت أفضل المركبات فى توفير المقاومة الجهازية: K_2HPO_4، و KH_2PO_4 (Reuveni وآخرون ١٩٩٣).

وتمكن Reuveni وآخرون (١٩٩٥) من مكافحة الفطر *S. fuliginea* معنويًا برشة واحدة من محلول مائى لأحد أملاح الفوسفات والبوتاسيوم بتركيز ٢٥ مللى مولارًا. وقد كانت أملاح الفوسفات كافية وحدها لمكافحة المرض، إلا أن كفاءتها ازدادت بإضافة توين ٢٠ Tween-20 — وهى مادة ناشرة — إليها. وكانت كفاءة المكافحة — معبرًا عنها باختفاء ٩٩٪ من البثرات المرضية — قد تأكدت بعد يوم واحد أو يومين من الرش مرة واحدة بأحد أملاح البوتاسيوم والفوسفات، واستمرت كفاءة المعاملة لمدة ١٢ يومًا بعد المعاملة فى نباتات خيار البيوت المحمية المصابة بالبياض الدقيقى، ولمدة ١٥ يومًا فى النباتات الكبيرة. كذلك أنقصت المعاملة جوهريًا إنتاج الجراثيم الكونيدية من المستعمرات الفطرية فى النباتات المعاملة. وأدت رشة أخرى من هذه الأملاح للنباتات ذاتها إلى

التخلص من نحو ٥٠٪ من مستعمرات البياض التى كانت موجودة قبل المعاملة. وأدت الرشات الإضافية إلى تثبيط تطور المرض، مقارنة بالرش بالماء، ولكنها لم تقلل من عدد البقع المرضية الموجودة بالفعل. وكانت المعاملة بالفوسفات أكثر كفاءة فى مكافحة المرض من المبيد الجهازى بيريفينوكس pyrifenox، وقللت من إصابات البياض الدقيقى لمدة ١١ يومًا بعد المعاملة، ولكن العكس كان صحيحًا بعد ١٥ يومًا. وقد أوصى الباحثون بالتسميد الورقى بأملاح الفوسفات والبوتاسيوم لما تتميز به من قدرة إضافية على مكافحة المرض.

وفى دراسة لاحقة ذكر Reuveni وآخرون (١٩٩٦) أنه تمت مكافحة الفطر *S. fuliginea* معنويًا برش النموات الخضرية مرة واحدة بمحلول مائى من أى من أملاح فوسفات أحادى البوتاسيوم، أو نترات البوتاسيوم بتركيز ٢٠ مللى مولارًا أو بمحلول من المبيد الفطرى الجهازى بيريفينوكس Pyrifenox بتركيز ٠,٠١٪، وذلك قبل العدوى بالفطر المسبب للبياض الدقيقى. كذلك وجد أن الرشات الإضافية للنموات الخضرية بكل من فوسفات أحادى البوتاسيوم، وفوسفات ثنائى البوتاسيوم، وبيكربونات الصوديوم (بتركيز ١٪) وبيريفينوكس ثبّطت نموات البياض الدقيقى. وكانت المعاملة بأى من فوسفات أحادى البوتاسيوم أو فوسفات البوتاسيوم، أو نترات البوتاسيوم كل ٧ أو ١٤ يومًا شديدة الفاعلية فى الحماية من الإصابة بالبياض الدقيقى تحت ظروف الصوبة. ولم يكن البيريفينوكس أكثر فاعلية فى الحماية من الإصابة بالفطر *S. fuliginea* عن أى من أملاح الفوسفات أو البوتاسيوم. ولم تكن هذه المحاليل الملحية سامة للنباتات. ويستدل من هذه الدراسة أن تلك الأملاح تعد مثالية للاستعمال كأسمدة ورقية لأجل تغذية النباتات وحمايتها من الإصابة بالبياض الدقيقى فى الزراعات المحمية.

كذلك عامل Mosa (١٩٩٧) نباتات الخيار بمحاليل مائية من أملاح الفوسفات: KH_2PO_4، و K_2HPO_4، و K_3PO_4 بتركيز ٢٥ أو ٥٠ مللى مولارًا من أى منهم إما قبل عدواها بالفطر *S. fuliginea* بيومين، أو بعد عدواها بالفطر بثلاثة أيام. وقد أدت جميع المعاملات إلى خفض شدة الإصابة بالبياض الدقيقى، وكانت أفضل الأملاح: K_2HPO_4، و K_3PO_4، حيث كان مفعولهما وقائيًا وعلاجيًا. وقد خفضت المعاملة من إنتاج الجراثيم

الكونيدية للفطر معنويًا. وصاحبت المعاملة زيادة كبيرة فى نشاط إنزيم البيروكسيديز فى كل من النباتات المعدية بالفطر وغير المعدية به.

كما وجد Titone وآخرون (١٩٩٨) أن رش نباتات الكوسة بمحلول مائى من فوسفات أحادى البوتاسيوم بتركيز ١٪ أحدث نقصًا فى الإصابة بالفطر *Sphaerotheca fusca* بنسبة ٥٠٪، ولكن كان من الضرورى رش جميع أوراق النبات، حيث لم تُجد معاملة ورقة واحدة بملح الفوسفات. وقد أدت المعاملة إلى نقص إنبات جراثيم الفطر من خلال تأثير جهازى أحدثته فى النبات، كما نقص تجرثم الفطر فى النباتات المعاملة مقارنة بالنباتات غير المعاملة، نتيجة لنقص مواقع الإصابة بالفطر ابتداءً.

المعاملة بالمستخلصات النباتية

وجد أن المعاملة أسبوعيًا بمحلول مائى من مستخلصات أوراق نبات الـ Knotweed (*Reynoutrica sachalinensis*) بتركيز ٢٪ أدت إلى مكافحة الفطر *S. fuliginea* فى الخيار بذات كفاءة المبيد الفطرى بينوميل benomyl ولم تؤثر المعاملة على محصول الثمار، ولكن تكرار الرش جعل أوراق النباتات لامعة، وأقتم لونًا، وأكثر عرضة للتقصف عند ملامستها. وقد أدت المعاملة — خاصة للأوراق المصابة بالبياض -- إلى تراكم سريع وواضح للمركبات الفينولية فى الأوراق. وقد كان التأثير المباشر للمعاملة على الفطر هو حدوث تثبيط للجراثيم الكونيدية؛ الأمر الذى يقود إلى الاعتقاد بأن المعاملة تُحدث تأثيرها من خلال استحثاثها للعمليات الأيضية المحفزة للمقاومة الطبيعية فى النبات.

ويعرف التحضير التجارى لمستخلص هذا النبات — وهو منتج ألمانى (Compo, Munste, Germany) — باسم مِلسانا فلسّج Milsana flussig. ومن المعروف أن النباتات التى تعامل بهذا المستخلص يزداد محتواها من الكلوروفيل، كما يزداد فيها نشاط إنزيم β-1,3-glucanase، وإنتاج الإثيلين (Daayf وآخرون ١٩٩٥).

وفى دراسة لاحقة (Daayf وآخرون ١٩٩٧) تبين أن أوراق نبات الخيار المعاملة بمستخلص أوراق نبات *R. sachalinensis* تنتج عند عدواها بالفطر *S. fuliginea*

فيتوالآكسينات Phytoalexins مضادة للفطريات، تكون هى المسئولة عن مقاومة الخيار للفطر المسبب للبياض الدقيقى.

كذلك وجد أن المعاملة بمستخلص نبات *R. sachalinensis* كانت لها نفس قوة ومفعول المبيد الفطرى ميكولوبيتانـاول، والكبريت فى مكافحة البياض الدقيقى فى الخيار، وأدت المعاملة إلى زيادة المحصول بنسبة ٤٩٪ مقارنة بمعاملة الشاهد. وقد أكدت الدراسة على أهمية هذا المستخلص النباتى فى الوقاية من الإصابة بالبياض الدقيقى (Konstantindou-Doltsinis & Schmitt ١٩٩٨).

وعلى صعيد آخر تمكن Paik وآخرون (١٩٩٦) من مكافحة الفطر *S. fuliginea* فى الخيار بشكل جيد برش النباتات بمسحوق قابل للبلل (يحتوى على ٣٠٪ مادة فعّالة) من مستخلص نبات *Rheum undulatum*، أو بالمبيد الفطرى AK، وهو يقترب فى تركيبه الكيميائى من المستخلص النباتى، ويحتوى على 1,8-dihydroxy anthraquinone.

المكافحة الحيوية

يفيد فى مكافحة مرض البياض الدقيقى رش النباتات بعد نحو ١٥ يومًا من زراعة البذرة، أو بعد ١٠ أيام من الشتل بمخلوط من المركب بلانت جارد مع المنشط الطبيعى هيومكس بمعدل ٢٥٠ مل (سم^3) من كل منهما لكل ١٠٠ لتر ماء، مع إجراء الرش قبل الغروب. ويكرر الرش كل حوالى ١٠–١٥ يومًا حسب الحاجة.

ويمكن مكافحة الفطر *S. fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى بيولوجيًّا بالمعاملة بالفطر السطحى التطفل *Ampelomyces quisqualis* (= *Cicinnobolus cesatii*)، وهو فطر فعّال — كذلك — فى مكافحة مختلف الفطريات السطحية التطفل المسببة للبياض الدقيقى السطحية فى مختلف القرعيات، والخضروات الأخرى، وكذلك التفاح، والعنب، والمانجو (Abo-Foul وآخرون ١٩٩٦).

ويفيد الفطر السطحى النمو *Tilletiopsis pallescens* فى مكافحة الفطر *S. fuliginea* فى الخيار. ويزداد نمو الفطر *T. pallescens* مع زيادة الرطوبة النسبية حتى ٩٠٪، وعند تواجد الفطر *S. fluiginea*، وبإضافة زيت اللفت بنسبة ١٪ إلى معلق جراثيم الفطر

عند انخفاض الرطوبة النسبية إلى ٧٠٪. وهذا ولم يلاحظ أى دليل على اختراق الفطر *T. pallescens* لأى من خلايا العائل (الخيار)، أو غزل الفطر *S. fuliginea* (Urquhart & Punja ١٩٩٧).

ويستدل من نتائج دراسات Verhaar وآخرين (١٩٩٦) أن المعاملة بالفطر *Verticillium lecanii* تفيد فى المكافحة البيولوجية للفطر *S. fuliginea*. وخاصة عند توفر مقاومة جزئية من الفطر المسبب للبياض الدقيقى فى الأصناف المستعملة فى الزراعة. وفى دراسة لاحقة (Veerhaar وآخرون ١٩٩٧) أعطت المكافحة البيولوجية نتائج جيدة عندما اتبعت كإجراء وقائى ٩-٥ أيام قبل الحقن بالفطر *S. fuliginea*، أو كإجراء علاجى مبكر فى خلال يومين من الإصابة بالبياض الدقيقى. وعلى الرغم من أن الحقن بالفطر *V. lecanii* بعد أكثر من يومين من الإصابة بالبياض الدقيقى كان مصاحبًا بزيادة فى المساحات المصابة بالبياض إلا أن المكافحة الحيوية أدت فى نهاية الأمر إلى خفض الإصابة بالبياض إلى أقل من ٢٠٪ مقارنة بالكنترول. وقد أكد Askary وآخرون (١٩٩٨) فاعلية المكافحة البيولوجية للبياض الدقيقى فى الخيار باستعمال سلالات مختلفة من الفطر *V. lecanii*، كما أوضحت دراسات Veerhaar وآخرون (١٩٩٨) أهمية الدور الذى تلعبه الرطوبة النسبية فى التأثير على فاعلة الفطر *V. lecanii* فى مكافحة البياض الدقيقى فى الخيار.

وقد تبين لدى مقارنة ثلاثة فطريات من تلك المستعملة فى المكافحة الحيوية للفطر المسبب لمرض البياض الدقيقى فى الخيار أن *Sporothrix flocculosa* كان أكثرها فاعلية – حيث أعطى مكافحة بدرجة مماثلة لتلك التى حُصل عليها بالرش مرة واحدة بأى من المبيدين الفطريين ببيريميت bupirimate أو إمازاليل imazalil فى صنف مقاوم جزئيًّا للمرض، بينما كان الفطر *Ampelomyces quisqualis* عديم الفائدة، وكان تأثير الفطر *Verticillium lecanii* فى مكافحة المرض محدودًا.

وقد أمكن مكافحة الفطر *Sphaerotheca fusca* مسبب مرض البياض الدقيقى فى كل من قرع الكتاء والكنتالوب والقرع العسلى بالمعاملة بأى من:

١- الفطر *Ampelomyces quisqualis* فى صورة المركب التجارى AQ10.

٢- الزيت JMS stylet-oil، وهو زيت معدنى متوسط اللزوجة.

٣- M-Pede، وهو أملاح البوتاسيوم للأحماض الدهنية.

٤- التحضير التجارى Kaligreen، وهو يحتوى على بيكربونات البوتاسيوم بنسبة ٨٢٪.

وكان أكثرها تأثيرًا الزيت المعدنى، إلا أنها جميعًا لم تكن بدرجة تأثير برامج المكافحة بالمبيدات بكل من الكالوروثالونيل chlorothalonil والميكوبيوتانيل mycobutanil (McGarth & Shishkoff ١٩٩٩).

كما أوصى بمكافحة مرض البياض الدقيقى فى القرعيات – الذى يسببه الفطر *Podosphaera xanthii* – بمراعاة ما يلى:

١- تقل الإصابة بالمرض – عادة – إلى حين بدء ازدياد الثمار فى الحجم، إلاّ إذا تعرضت النباتات لمنافسة شديدة من الحشائش؛ الأمر الذى يتطلب العناية بمكافحة الحشائش.

٢ – زراعة الأصناف المقاومة.

٣- من بين بدائل المبيدات التى يمكن استخدامها فى مكافحة المرض، ما يلى:

أ- الكبريت.

ب- الزيوت المعدنية، علمًا بأن تأثيرها محدود.

جـ- الزيوت النباتية.

د- الرش ببيكربونات البوتاسيوم، علمًا بأن تأثيرها محدود، والأفضل خلطها مع الزيوت المعدنية (Cornell University ١٩٩٦).

وفى الفلفل يسبب الفطر *Leveillula taurica* مرض البياض الدقيقى الذى يُجدى معه استعمال بدائل المبيدات كما يلى:

١- الرش بالكبريت القابل للبلل.

٢- الرش بالبلانت جارد مع هيومكس بمعدل ٢٥٠ مل (سم^3) من كل منهما. يبدأ الرش عن بداية عقد الثمار، ويكرر شهريًا بعد ذلك.

٣- قللت المعاملة بأى من بيكربونات البوتاسيوم، أو بيكربونات الصوديوم بتركيز

٠,٥٪ من شدة الإصابة بالفطر *L. taurica* فى الفلفل، وكانت تلك المعاملة أفضل فى مكافحة المرض عن المعاملة بأى من البنكانازول pencanazole، أو الزيوت البستانية، أو المواد الناشرة (Ziv وآخرون ١٩٩٤، و Fallik وآخرون ١٩٩٧).

٤- أعطى الرش بفوسفات أحادى البوتاسيوم mono-potassium phosphate (KH_2PO_4) بتركيز ١٪ (وزن/حجم) مكافحة جيدة – موضعية وجهازية – ضد الإصابة بالفطر *L. taurica*، وكانت كفاءة المعاملة فى مكافحة الفطر مماثلة لكفاءة أحد المبيدات الجهازية المثبطة للاستيرول، كما لم يكن لها أى تأثيرات سلبية على النمو النباتى للفلفل (Reuveni & Reuveni ١٩٩٨).

ويكافح مرض البياض الدقيقى فى الفراولة بمراعاة ما يلى:

١- زراعة الأصناف التى تتحمل الإصابة بالمرض، علمًا بأن أصناف الفراولة تختلف كثيرًا فى تلك الخاصية.

٢- يفيد التخلص من الأوراق القديمة المصابة – أولاً بأول – فى خفض شدة الإصابة.

٣- استعمال بدائل المبيدات فى المكافحة، ومن أهمها ما يلى:

- إم بيد M-Pede.
- الكبريت، إلا أن كثرة استعماله قد تؤدى إلى احتراق الأوراق فى الجو الحار (٢٧°م أو أعلى من ذلك).
- يحقق الرش الأسبوعى للفراولة بمخلوط المثيونين مع الريبوفلافين methionine riboflavin mixture – فى وجود الضوء – كفاءة فى مكافحة البياض الدقيقى تماثل كفاءة الرش بالمبيدات المستعملة فى مكافحة المرض. ويتكون هذا المخلوط من الريبوفلافين بتركيز ٢٦,٦٢ ميكرومولار، وال دى إل مثيونين بتركيز ١ مللى مولار، وكبريتات النحاس بتركيز ١ مللى مولار، وأى من المواد الناشرة: sodium dodecyl sulfate بتركيز ١٠٠٠ ميكروجرام/مل، أو توين ٢٠ Tween 20، أو ترايتون إكس ١٠٠ Triton X-100. ومن أهم مزايا هذا المخلوط احتوائه على مكونات غذائية قابلة لتحلل البيولوجى.

يؤدى استعمال هذا المخلوط فى الضوء إلى إنتاج عدد من المركبات النشطة فى الأكسدة

يكون لها تأثير قاتل على مدى واسع من الكائنات الدقيقة (Tzeng وآخرون ١٩٩٦، و Wang & Tzeng ١٩٩٨).

٤- المكافحة بالمبيدات، وتتعدد التوصيات فى هذا الشأن، كما يلى:

● الرش بالكاراثين القابل للبلل بمعدل ١٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء، أو بالروبيجان ١٢٪ بمعدل ١٠ مل (سم^3)/١٠٠ لتر ماء، أو بالبايلتون ٢٥٪ بمعدل ٢٥ جم/١٠٠ لتر ماء، مع تكرار الرش كل أسبوعين، وتبادل المبيدات فى كل رشة.

● الرش بالتوبسن إم ٧٠٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ٦٠ جم/١٠٠ لتر ماء، أو بالتوباز بمعدل ١٥ مل (سم٣)/١٠٠ لتر ماء، أو بالسومى أيت بمعدل ٣٥ مل (سم^3)/١٠٠ لتر ماء، أو بالدورادو، مع تبادل استعمال المبيدات.

● الرش بالسابرول بمعدل ٢٥٠ جم للفدان، أو بالديلسين ٥٠٪ مسحوق معلق بمعدل ٨٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

● تتحقق أفضل مكافحة للمرض باستعمال خليط من البينوميل أو التوبسن إم مع الكابتان، أو الزيرام Ziram.

٥- المكافحة الحيوية:

من بين الأساليب التى ذكرت للمكافحة الحيوية للبياض الدقيقى فى الفراولة، ما يلى:

● يكافح البياض الدقيقى بالرش بالبلانت جارد مع الهيومكس بمعدل ٢٥٠ مل (سم^3) من كل منهما/١٠٠ لتر ماء بعد الشتل بنحو ١٥ يومًا، ثم بعد عقد الثمار مباشرة.

● يستعمل الفطر *Ampelomyces quisqualis* فى المكافحة الحيوية للبياض الدقيقى. وهو فطر متطفل على الفطر المسبب للبياض الدقيقى، وتتوفر منه تحضيرات تجارية. مثل: أسباير Aspire، و AQ-10.

وفى محاولة لإيجاد وسيلة بديلة للاعتماد على المبيدات الفطرية فقط فى مكافحة البياض الدقيقى فى زراعات الفراولة المحمية، وجد ما يلى:

١- لم يكن استخدام أملاح البيكربونات والزيوت المعدنية فعّالاً.

٢- أعطت المكافحة الحيوية بأى من *Ampelomyces quisqualis*، أو *Bacillus*

subtilis، أو السلالة T39 من *Trichoderma harzianum* نتائج ملموسة في مكافحة المرض، ولكن بدرجة أقل مما لو استعملت المبيدات الفطرية.

٣- عندما تم تبادل المكافحة الحيوية مع المكافحة بالمبيدات كانت المكافحة جيدة كما في حالة استعمال المبيدات فقط، ولكن مع نقص جوهرى في متبقيات المبيدات بالثمار. كما لم تؤثر هذه المعاملة لا على أعداد العنكبوت الأحمر *Tetranychus urticae*، ولا على أعداد العنكبوت المفترس *Amblyseius andersoni* المستخدم في مكافحة العنكبوت الأحمر (Pertot وآخرون ٢٠٠٨).

البياض الزغبى

تسبب فطريات مختلفة مرض البياض الزغبى في عديد من محاصيل الخضر .

ويكافح المرض بالوسائل التالية:

١- تجنب الزراعة بالقرب من زراعات قديمة مصابة.

٢- التخلص من بقايا النباتات المصابة بدفنها في التربة بعد الحصاد مباشرة، وكذلك التخلص من الحشائش المصابة.

٣- زراعة الأصناف المقاومة، وهي متوفرة في كل من الخيار والقاوون (الكنتالوب) والبروكولي.

٤- تجنب زيادة الرى بالرش لأنه يوفر ظروفًا مناسبة لإنبات جراثيم الفطر، مع اتخاذ كافة الاحتياطات اللازمة لبقاء البادرات جافة قدر الإمكان.

٥- استعمال الغطاء البلاستيكي للتربة في زراعات الأنفاق المنخفضة والبيوت البلاستيكية للحد من ارتفاع الرطوبة النسبية، حيث يؤدى البلاستيك إلى الحد من تبخر ماء الرى من سطح التربة.

٦- خفض الرطوبة داخل الأنفاق المنخفضة والبيوت البلاستيكية بالتهوية الجيدة.

٧- معاملة البذور بالماء الساخن على ٤٨-٥٠°م لمدة ٢٠ دقيقة.

٨- التحكم في لون الغطاء البلاستيكي في الزراعات المحمية:

أدى استعمال غطاء من البوليثيلين المضاف إليه صبغة زرقاء اللون (ذات قدرة على

امتصاص الطيف الأزرق تبلغ ذروتها عند ٥٨٠ نانو مترًا) .. أدى استعمالها فى إنتاج الخيار فى البيوت المحمية إلى تثبيط جوهرى فى إصابة النباتات بالفطر *P. cubensis* مسبب مرض البياض الزغبى، وفى قدرة الفطر على إنتاج الأكياس الجرثومية، بينما أدت فلترة الطيف فى منطقة الأشعة فوق البنفسجية (٢٨٠ إلى ٣٢٠ نانومترًا) — أى جعله يسمح بمرور الأشعة فوق البنفسجية — إلى تحفيز الإصابة بالفطر دون التأثير على قدرة الفطر على إنتاج الأكياس الجرثومية. هذا إلا أن محصول الخيار لم يزدد جوهريًا تحت الغطاء الأزرق — على الرغم من انخفاض شدة الإصابة بالبياض الزغبى — وربما كان ذلك بسبب انخفاض شدة الأشعة النشطة فى البناء الضوئى تحت الغطاء البلاستيكى الأزرق (Reuveni & Raviv ١٩٩٧). وقد تناول Raviv & Reuveni (١٩٩٨) — بشئ من التفاصيل — موضوع تأثير نوع الغطاء — والأشعة التى يسمح بمرورها — على الإصابات المرضية فى الزراعات المحمية.

٩- حث المقاومة الجهازية:

أدى رش نباتات القنبيط بحامض الفوسفونيك phosphonic acid فى الحقل قبل الحصاد بما لا يزيد عن ثلاثة أسابيع إلى خفض الإصابة بالبياض الزغبى بعد الحصاد. وأدى الرش مرتان قبل الحصاد بنحو ثلاثة أسابيع وأسبوع واحد بمعدل ٢,٤ كجم من المادة الفعالة/هكتار (١,٠ كجم/فدان) إلى خفض إصابة الأقراص بالبياض الزغبى من ٩٢٪ فى الكنترول إلى ٨٪. وقد بلغ الحد الأقصى لمتبقيات الفوسفونيت phosphonate عند الحصاد ١٢ ميكروجرامًا/جرام (١٢ جزءًا فى المليون). ولم تلاحظ أى تأثيرات لمعاملة حامض الفوسفونيك على مظهر الأقراص أو موعد حصادها، ولكنها قللت المحصول معنويًا بنسبة ٨٪ (McKay وآخرون ١٩٩٢).

كذلك أدى رش بادرات القنبيط بالتحضير التجارى فيتوجارد Phytogard (وهو يحتوى على ٥٨٪ فوسفات البوتاسيوم K_2HPO_3، و ٤٢٪ ماء) قبل أو بعد عدواها بالفطر المسبب للبياض الزغبى إلى توفير حماية كاملة لها (حيث منعت تجرثم الفطر) عندما كان التركيز المستخدم ٠,٧٪ أو أعلى من ذلك. وفى النباتات الصغيرة توفرت الحماية الكاملة بتركيز ١,٠٪ وقد استمرت فاعلية المعاملة لمدة ١٥ يومًا فقط؛ مما

يعنى أن تأثيرها لم يكن جهازيًا. ولكن عندما أجريت المعاملة للنباتات — وهى بعمر ٣٠ يومًا — عن طريق التربة فإنها وفرت حماية لجميع الأوراق من الإصابة، وربما كان ذلك بسبب صعود المركب — مع الماء الممتص — إلى أعلى النبات (Bécot وآخرون ٢٠٠٠).

وأدت معاملة بذور الكرنب والكيل بالمركب CGA245704 (يعرف كذلك باسم benzothiadiazole) — وهو منشط للمقاومة الجهازية المكتسبة — إلى حماية البادرات من الإصابة بالفطر *P. parasitica*، علمًا بأن المعاملة أثرت على تجرثم الفطر (Jensen وآخرون ١٩٩٨).

وفى دراسة أجريت على القنبيط أظهرت البادرات والنباتات الصغيرة التى حقنت بالفطر بعد معاملتها بالمركب benzothiadiazole بمدة يوم واحد إلى ثلاثين يومًا مقاومة جهازية ضد الإصابة بالفطر. وقد تأثر النمو النباتى سلبيًّا بالمعاملة وازداد التأثير بزيادة تركيز المركب المستعمل، وعند تركيزه ٠,٠٥ مجم من المادة الفعالة/مل — وهو التركيز الذى أحدث أكبر قدر من المقاومة الجهازية — كان النقص فى النمو حوالى ٢٢٪ (Godard وآخرون ١٩٩٩).

كما وجد Yun وآخرون (١٩٩٧) أن رش نباتات الخيار فى مرحلة الورقة الحقيقية الأولى بالفينول بتركيز ٠,٥٪، أو بحامض السلسيلك بتركيز ٠,٥٪، أو بحامض anhydrous sulfanilic بتركيز ٠,٥٪، أو بكلوريد البوتاسيوم بتركيز ٠,٣٪ .. أدت جميعها إلى نقص إصابة النبات بالبياض الزغبى مقارنة بالكنترول.

١٠- المكافحة بمستخلصات مكامير الأسمدة العضوية:

تمكن Ma وآخرون (١٩٩٦) من مكافحة مرض البياض الزغبى فى الخيار تحت ظروف الزراعات المحمية بمعاملة النباتات بمستخلصات مكامير الأسمدة العضوية الحيوانية. وقد بلغت كفاءة هذه المكامير فى مكافحة المرض — مقارنة بالكنترول — ٦٧,٣٪ لمستخلص مخلفات الخيل، و ٦٦,١ لمستخلص مخلفات الماشية، و ٥٧,٣٪ لمستخلص مخلفات الخنازير، و ٤٦,٥٪ لمستخلص مخلفات الأغنام. وأدت المعاملة إلى

إحداث زيادة فى محتوى النباتات من الكلوروفيل وزيادة فى شاط إنزيم البروكسيديز. وأدى تعقيم المستخلص إلى زيادة كفاءته النسبية فى كل من مستخلصي مخلفات الخنازير والأغنام، ولكنها أدت إلى خفض الكفاءة النسبية لمستخلص مخلفات الخيل والماشية.

١١- المكافحة بالمبيدات:

للوقاية من المرض، ترش النباتات مرة كل ٧ إلى ١٠ أيام بأحد المبيدات النباتية: دايثين م٤٥، أو داكونيل، أو داكوبر. أو تراة ميلتوكس فورتى، أو أوكسى كلورور النحاس بتركيز ٠,٢٥٪، أو كوبرين بتركيز ٠,٢٥٪، أو كوبرانتراكول ٥٥٪، بتركيز ٠,٣٥٪، أو أنتراكول ٧٠ بتركيز ٠,٢٥٪، أو كوسيد ١٠١ بتركيز ٠,١٥٪، أو جالبين نحاس بتركيز ٠,٣٥٪، أو أكروبات نحاس ٤٦٪ مسحوق قابل للبلل بتركيز ٠.١٥٪. ويفيد كذلك استعمال مبيدات البرافو، والمانزيت، والمانيب.

وتجدر الإشارة إلى أن المبيدات التى أسلفنا بيانها تفيد - إلى جانب الوقاية من الإصابة - فى علاج حالات الإصابة المحدودة.

أما عند انتشار الإصابة بصورة ملحوظة، فإن الأمر يتطلب رش النباتات بأحد المبيدات من كل من المجموعات التالية - بالتبادل - كل سبعة أيام.

المجموعة الأولى: رويدوميل بلاس ٥٠٪ بتركيز ٠,١٥٪، وريدوميل مانكوزيب ٥٨٪ بتركيز ٠,٢٥٪، وريدوميل مانكوزيب ٧٢٪ بتركيز ٠,٢٥٪، وساندوفان م ٨٪ بتركيز ٠,٢٪ وساندوكور م بتركيز ٠,٢٥٪.

المجموعة الثانية: بريفيكيور إن ٧٢,٢٪ سائل بتركيز ٠.٢٥٪.

المجموعة الثالثة: ميكال بتركيز ٠.٢٥٪، وميكال إم بتركيز ٠,٢٥٪. وأليييت بتركيز ٠,١٥٪.

العفن الرمادى

يعد العفن الرمادى - الذى يسببه الفطر *Botrytis cinerea* - من أخطر الأمراض التى تصيب عديدًا من محاصيل الخضر.

ومن أهم وسائل المكافحة المتكاملة للمرض، ما يلى:

١- يفيد تعقيم التربة - خاصة فى البيوت المحمية - فى التخلص من الفطر الذى يكون موجودًا فيها إما على صورة جراثيم فى بقايا النباتات، وإما على صورة أجسام حجرية.

٢- مقاومة الحشرات التى تُحدث جروحًا أثناء تغذيتها، والتى تحدث الإصابة بالفطر من خلالها.

٣- تجنب الرى الغزير، والرى المتأخر، والرى بالرش، والمحافظة على سطح مصاطب الزراعة جافًا فى حالة الرى بالغمر، وكذلك تجنب رقاد النموات الخضرية فى قنوات المصاطب.

٤- التربية الرأسية للنباتات، لكى لا تلامس التربة الرطبة الملوثة بالفطر.

٥- زيادة التهوية، خاصة عند قاعدة النباتات بإزالة الأوراق المسنة حتى العنقود الأول الناضج فى الزراعات المحمية. تؤدى التهوية إلى خفض الرطوبة النسبية التى تعد من أهم العوامل المسئولة عن الإصابة. فقد وجد Tezuka وآخرون (١٩٨٣) أن انتشار المرض يكون أسرع ما يمكن فى رطوبة نسبية ١٠٠٪، و ويقل انتشاره كثيرًا فى رطوبة نسبية ٨٠٪، ويمكن وقف انتشاره بدرجة مؤثرة بخفض الرطوبة النسبية فى البيوت المحمية إلى أقل من ٩٥٪، وتفيد التدفئة شتاء فى خفض نسبة الرطوبة.

٦- الرش الوقائى بالمبيدات الفطرية، وخاصة بعد الضباب، والندى، والمطر مع تكرار الرش كل أسبوعين ما بقيت الرطوبة النسبية عالية. ومن المبيدات المستعملة فى الوقاية من المرض (وليس للعلاج من الإصابة): الداكونيل بتركيز ٠,٢٥٪، والرونيلان بمعدل ٠,١٥٪، والسوتش ٦٢,٥٪، والروفرال بتركيز ٠,٠٩٪ وكذلك البينوميل (البنليت)، واليوبارين. ويجب أن تستعمل هذه المبيدات بالتبادل كل عشرة أيام حتى لا يؤدى تكرار استعمال مبيد واحد إلى ظهور سلالات من الفطر مقاومة له.

ويلاحظ عند استعمال المبيدات تكرار الرش على فترات متقاربة فى الظروف الجوية المناسبة لانتشار المرض، وعقب إجراء عملية التقليم.

٧- تبادل رش النباتات بالمبيدات الفطرية (مثل: إبروديون Iprodione. إبروسيمدون Procymidone، وثيرام) مع *Trichoderma harzianum*؛ بهدف الجمع بين المبيدات والمكافحة الحيوية (Elad وآخرون ١٩٩٥).

٨- زراعة الأصناف ذات النمو الخضرى المفتوح (غير المندمج)، وهى صفة تفيد كثيرًا فى خفض الرطوبة النسبية فى الهواء المحيط بالنموات الخضرية؛ ومن ثم سرعة جفافها.

٩- المعاملة بمحاليل البيكربونات:

يبدو أن رش النباتات أو غمر الثمار فى محلول بيكربونات الصوديوم. أو بيكربونات البوتاسيوم، أو بيكربونات الأمونيوم بتركيز ٢٠ مللى يمكن أن يفيد فى مكافحة الفطر. حيث ثبط هذا التركيز نمو الفطر فى البيئات الصناعية. وعلى الرغم من أن رفع الرقم الإيدروجينى الذى تسببه إضافة البيكربونات يُسهم فى الحد من النمو الفطرى. إلا أن التأثير المثبط للبيكربونات لا يقتصر على ذلك (Palmer وآخرون ١٩٩٧).

١٠- التغذية الجيدة بالكالسيوم:

من المعتقد أن معاملة نباتات الخيار بالكالسيوم قبل الإصابة بالفطر المسبب للمرض يمكن أن تؤدى إلى زيادة الكالسيوم بالجدر الخلوية؛ وبذا .. يقل هضم البكتين بواسطة الإنزيمات البكتينوليتية Pectinolytic Enzymes التى يفرزها الفطر (Chardonnet & Doneche ١٩٩٥).

١١- المكافحة الحيوية:

أدى رش نباتات الخيار بتحضير من فطر الميكوريزا *Trichoderma harzianum* بمعدل ٠.٥-١,٠ جم/لتر إلى مقاومة العفن الرمادى بكفاءة وصلت إلى ٩٠٪. وكانت المعاملة لها نفس كفاءة المعاملة ببعض المبيدات. مثل: إبروديون ipordione. أو فنكولوزولين vinclozolin بمعدل ٠.٥ جم/لتر. أو مخلوط من الداى ثوفنكارب dithofencarb مع الكاربندازيم carbendazim بمعدل ٠.٢٥ جم/لتر لكل منهما. وكانت أفضل المعاملات هى تبادل الرش بالميكوريزا مع مبيد من الداى كاربوكسيمايدات

dicarboximides. هذا وكانت الظروف البيئة المناسبة لنشاط الميكوريزا في مكافحة العفن الرمادي هي حرارة تزيد عن ٢٠°م، ورطوبة نسبية تتراوح بين ٨٠٪، و ٩٧٪ (Elad وآخرون ١٩٩٣).

١٢- يُستدل من دراسات Louis وآخرين (١٩٩٦) أن ذبابة الفاكهة (الدروسُفيلا) *Drosophila melanogaster* تحمل كونيديات الفطر *Botrytis cinerea* — مسبب مرض عفن العناقيد في العنب — خارجيًا وداخليًا في جهازها الهضمي. كذلك قد تحمل الذبابة الأجسام الحجرية الدقيقة microsclerotia للفطر خلال جميع مراحل حياتها. وبذا .. يجب اعتبار الدروسوفيلا ناقلاً للفطر *B. cinerea* بصورة غير متبقية nonpersistent، ونصف متبقية semipersistent، وربما — كذلك — بصورة متبقية persistent. ويعني ذلك ضرورة الاهتمام بمكافحة تلك الحشرة.

مكافحة العفن الرمادي في الفراولة

على الرغم من أن العفن الرمادي يعد من أهم الأمراض التي تظهر على ثمار الفراولة بعد الحصاد، إلا أن معظم هذه الإصابات تكون كامنة بالثمار من مرحلة ما قبل الحصاد، فضلاً عن أن المرض يمكن أن يسبب خسائر فادحة قبل الحصاد كذلك.

ومن أهم وسائل مكافحة المرض التي تتبع قبل الحصاد، ما يلي:

١- زراعة الأصناف الأقل تعرضًا للإصابة:

تتباين أصناف الفراولة في شدة قابليتها للإصابة بالعفن الرمادي، ولكنها تكون جميعًا قابلة للإصابة بالفطر، ويرجع تباينها في شدة إصابتها — أساسًا — إلى اختلافها في درجة صلابة الثمار، ومن ثم في مدى سهولة تعرضها للأضرار الميكانيكية. ولكن تؤثر أيضًا في شدة الإصابة مدى متانة جلد الثمرة وطبيعة النمو النباتي، حيث تقل الإصابة في الأصناف ذات النمو الخضري المفتوح وذات أعناق الثمار الطويلة التي تحمل الثمار خارج النمو الخضري فلا تتعرض للرطوبة العالية.

وقد كانت الإصابة بالعفن الرمادي — تحت ظروف الحقل في فلوريدا — أقل في الصنف روزالندا مما في الصنفين كاماروزا وسويت تشارلي، وبلغ معدل نقص الإصابة في

روزالنـدا ٥٢٪، و ٧١٪-٨٦٪ عـن الصـنفين الآخـرين علـى التـوالى (Legard وآخـرون ٢٠٠٠).

٢- إقامة مصاطب مرتفعة ذات ميل خفيف نحو الجانبين.

٣- استعمال الغطاء البلاستيكى للتربــة.

٤- عدم زيادة كثافة الزراعة عما ينبغى:

وجد لدى زراعة الفراولة على مسافة ٢٣، أو ٣٠، أو ٣٨، أو ٤٦ سم بـين النباتـات فى الخط أن المسافات الضيقة ازدادت فيها نسبة الإصابة بالعفن الرمادى عـن المسـافات الواسعة، إلاّ أن المحصول الصـالح للتسـويق كـان أعلـى فـى المسـاحات الضـيقة خـلال المراحل المبكرة من موسم الحصاد. كذلك كان المحصول الكلى أعلـى فـى حالـة الزراعـة على مسافات ضيقة عما فى حالة المسافات الواسعة على الرغم من زيـادة نسـبة الإصـابة بالعفن الرمادى فى المسافات الضيقة (Legard وآخرون ٢٠٠٠).

٥- الرى بالتنقيط بعد انتفاء الحاجة - فى بداية موسم الزراعة - للرى بالرش، مع الاعتدال فى الرى.

٦- التسميد المتوازن:

ترتبط شدة الإصابة بالمرض إيجابيًّـا بغـزارة التسـميد الآزوتـى، وسـلبيًّا مـع التسـميد البوتاسى الجيد (Wang ١٩٩٧).

٧- مراعـاة إجـراءات النظافـة العامـة فـى الحقـل، مـع حصـاد الثمـار الناضـجة، والتخلص من الثمار والأوراق المصابة - أولاً بأول - خارج الحقل.

ولكن أوضحت الدراسات أن عـدم مراعـاة إجـراءات النظافـة العامـة فـى الحقـل (بعدم التخلص من الثمار غير الصالحة للتسويق وتركها فى الممرات بـين المصـاطب، وترك الأوراق التـى بلغـت مرحلـة الشـيخوخة علـى النباتـات أو فـى الخطـوط دون التخلص منها) لم يكن مؤثرًا فى نسبة الثمار المصابة بـالعفن الرمـادى عنـد الحصـاد فى الصنف أوزوجراندى، وكـان تـأثيره فـى حالـة الصـنف سـويت تشـارلى مرتبطًا باقتران هذه الإجراءات بالرش الأسـبوعى بالمبيـدات. وعلـى الـرغم مـن ذلـك، فـإن

إجراء معاملات النظافة العامة مقرونة بالرش الأسبوعي بالكابتان مضافًا إليه ٤ رشات من الإبروديون iprodione أثناء قمة مرحلة الإزهار أعطى نسبة إصابة بالعفن الرمادى بعد الحصاد أقل جوهريًا من معاملة الرش الأسبوعى فقط أو معاملة النظافة العامة فقط فى كلا الصنفين (Legard وآخرون ١٩٩٧). وفى دراسة أخرى (Mertely وآخرون ٢٠٠٠) أوضح الباحثون أن المكافحة الكيميائية للعفن الرمادى — تحت ظروف فلوريدا — كانت أكفأ وأكثر ربحية من معاملات مراعاة إجراءات النظافة العامة فى الحقل.

ولمزيد من التفاصيل عن دور العمليات الزراعية فى مكافحة العفن الرمادى .. يراجع Daugaard (١٩٩٨):

٨- المكافحة بالمبيدات:

من أهم المبيدات التى يمكن استعمالها فى رش النباتات لمكافحة العفن الرمادى، ما يلى:

المبيد	المعدل
داكوانيل ٢٧٨٧	٢٥٠ جم/ لتر ماء
دياثين م٤٥	٢٥٠ جم/ لتر ماء
برافو ٥٠٠	٢٠٠ مل (سم^3)/١٠٠ لتر ماء
ريدوميل	١٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء
مانكوزيب ٥٨٪	١٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء
رونيلان	٩٠ جم/١٠٠ لتر ماء
توبسن	٠,٣٢ كجم مادة فعّالة للفدان
كابتان	٠,٩ كجم مادة فعالة للفدان
روفرال (إبروديون)	٠,٤٥ كجم مادة فعّالة للفدان
يوبارين	٢.٥ فى الآلف
توبسن + كابتان	٠,١٪ ، و ٠,٢٪ على التوالى
ريدوميل + كابتان	٢,٥ فى الألف، و ٠,٢٪ على التوالى

المبيد	المعدل
رونيلان + كابتان	١,٥ في الألف، و ٠,٢٪ على التوالى
انتراكول كومبى	٢,٥ في الألف
بينوميل + كابتان	
تكتو ٤٥٪	١٥٠ مل (سم^3)/١٠٠ لتر ماء
سوتش	٣٥٠–٥٠٠ جم/فدان

ويوصى بالرش أسبوعيًا بمخلوط من أى من البينوميل، أو التوبسن إم. أو الرونيلان، أو الروفرال مع أى من: الكابتان أو الثيرام، أو الرش أسبوعيًا بأى من الفنكلوزولين Vinclozolin (الرونيلان) والإبروديون iprodione (الروفرال). ويفيد استعمال مادة ناشرة مثل التريتون بى بتركيز ٠,٢٥٪ من محلول الرش فى زيادة فاعلية المكافحة.

يجب أن يبدأ الرش بالمبيدات الفطرية عند إزهار ٥٪ من النباتات، على أن يستمر كل ٧–١٠ أيام، مع تكراره بعد سقوط الأمطار.

يلاحظ أن تكرار الرش بالبينوميل يضر بالنباتات، ويؤدى إلى زيادة الإصابة بكل من فطرى الـ *Rhizopus*، والـ *Mucor*.

وقد أوصى كذلك بالرش مرتين أسبوعيًا خلال فترة الإزهار بمختلف المبيدات الفطرية الموصى بها، ثم الرش عدة مرات خلال مراحل نمو الثمار ونضجها. كما اقترح أيضًا الرش بالمبيدات الفطرية حتى قبل الإزهار لخفض مستوى تواجد الفطر فى الحقل قبل ظهور الأزهار.

وقد ذكر إنه عندما تحط جرثومة للفطر على بتلة الزهرة — على سبيل المثال — فإنها تنبت فى خلال ٢٤ ساعة، ولكنها لا تكوّن صلة وثيقة بأنسجة البتلة قبل مرور ثلاثة أيام، وهى الفترة التى يمكن أن تؤثر فيها المبيدات، أما بعد ذلك فإنها لا تتأثر بفعل المبيدات. ولذا .. يتعين تكرار الرش كل ٣ أيام لأن الأزهار التى تحط عليها جراثيم الفطر بعد الرشة السابقة لا تتأثر فيها تلك الجراثيم بالرشة السابقة. ولا بالرش بعد مرور أكثر من ثلاثة أيام (عن Maas ١٩٨١).

إن برنامج الرش بالمبيدات فى فلوريدا يتضمن حوالى ٢٤ رشة أسبوعية بالكابتان أو الثيرام لمكافحة عدد كبير من الأمراض، ويستعمل – إلى جانب ذلك – البينوميل والكبريت حسب الحاجة لمكافحة البياض الدقيقى، كما يستعل الإبريديون وبعض المبيدات الأخرى أثناء قمة الإزهار لمزيد من الفاعلية فى مكافحة العفن الرمادى (عن Mertely وآخرون ٢٠٠٠).

وتجدر الإشارة إلى أن المبيدات الفطرية التى تفيد فى مكافحة الفطر *B. cinerea* تفيد – كذلك – فى مكافحة كل من الفطريات *Colletotrichum*، و *Gloeosporium*، و *Pezizella*، ولكنها لا تكون مؤثرة على *Rhizoctonia*، أو *Phytophthora*، أو *Rhizopus*، أو *Mucor* (عن Maas ١٩٨١).

٩- المكافحة الحيوية:

إن من أهم التوصيات التى ذكرت فى مجال المكافحة الحيوية للعفن الرمادى فى الفراولة ما يلى:

أ- الرش قبل الحصاد بالفطر *Trichoderma hzrzianum* الذى يتوفر فى صورة تحضيرات تجارية، مثل تريكودكس Trichodex (Ellis ١٩٩٦).

ب – الرش بالبلانت جارد مع الهيومكس بمعدل ٢٥٠ مل (سم٣) من كل منهما/١٠٠ لتر ماء بعد شهر من الشتل، ثم مرة أخرى عند بداية عقد الثمار.

جـ- حقق استعمال الفطر *Gliocladium roseum* نجاحًا كبيرًا فى مكافحة مرض العفن الرمادى فى الفراولة، حيث ثبطت عزلاته نمو الفطر *B. cinerea* بنسبة ٩٨٪ فى اختبارات على مختلف الأجزاء النباتية (الأوراق، والبتلات، والأسدية الزهرية) المفصولة عن النباتات وغير المفصولة، وكان أكثر كفاءة عن غيره من الكائنات المستخدمة فى المكافحة الحيوية، مثل: *Trichoderma viride*، و *Alternaria alternata*. و *Myrothecium verrucaria*، و *Penicillium* spp.، كما كان أكثر كفاءة عن المبيد الفطرى القياسى كابتان. وفى دراسة أخرى حقق استخدام الفطر *G. roseum* تثبيطاً للعفن الرمادى تراوح بين ٧٩٪، و ٩٣٪ فى أسدية أزهار الفراولة. وبين ٤٨٪. و ٧٦٪

فى ثمارها، وقد تماثل فى تلك الكفاءة مع الكائنات الرئيسية المستخدمة فى مكافحة الفطر *B. cinerea* بيولوجيًّا أو كان أكفأ منها. وظهرت كفاءة هذا الفطر فى مكافحة العفن الرمادى حتى فى ظروف الرطوبة النسبية العالية جدًّا فى البيوت المحمية البلاستيكية. كما أظهر الفطر فاعلية كبيرة فى المكافحة ليس فقط فى أزهار وثمار الفراولة، وإنما فى نمواتها الخضرية كذلك؛ وهى التى تعد المصدر الرئيسى للإصابة بالفطر تحت ظروف الحقل، وتراوحت كفاءته فى تثبيط إنتاج الفطر *B. cinerea* لجراثيمه بين ٩٠٪، و ١٠٠٪، وتشابه فى ذلك مع كفاءة أقوى المبيدات المستعملة فى مكافحة الفطر، وهى الكلوروثالونيل chlorothalonil.

وقد جرت محاولات ناجحة لاستعمال نحل العسل فى نقل الفطر *G. roseum* إلى أزهار الفراولة، قامت فيها الحشرة بنقل الفطر بكفاءة إلى الأزهار أثناء زيارتها لها. واستخدم لأجل ذلك مسحوق من الفطر وضع فى موزع اللقاح الفطرى على خلية النحل (عن Sutton وآخرين ١٩٩٧).

الأنثراكنوز

يعد الأنثراكنوز — الذى يسببه فطريات تابعة للجنس *Colletotrichum* — من الأمراض التى تصيب عددًا من محاصيل الخضر.

ويكافح مرض الأنثراكنوز بالوسائل التالية:

الأساليب الزراعية

يراعى فى مكافحة الأنثراكنوز ما يلى:

١- اتباع دورة زراعية مناسبة.

٢- زراعة تقاو خالية من الإصابة.

٣- زراعة الأصناف المقاومة، وهى تتوفر فى الخيار والبطيخ. مثل أصناف البطيخ رويال جوبولى Royal Jubilee، ورويال سويت Royal Sweet، وبرنس تشارلس Prince Charles، وتشارلستون جراى Charleston Gray، وكذلك أصناف الخيار: كاليبسو Calypso، وداشر ٢ Dasher II، وبوينست Poinsett، وغيرهم.

المعاملة بالمبيدات

تجرى المعاملة بالمبيدات إما للبذور، وإما للنباتات النامية، كما يلى:

١- تعامل التقاوى قبل الزراعة بأحد المطهرات الفطرية، وتؤدى هذه المعاملة إلى التخلص من الفطر الذى يلوث البذور من الخارج. أما هيفات الفطر التى تنمو داخليًّا .. فلا تفيد معها هذه المعاملة، كما لا تصلح معها معاملة الماء الساخن، وذلك لأن بذور القرعيات تعد حساسة لها.

٢- ترش النباتات كل ٧-١٠ أيام بأحد المبيدات الفطرية المناسبة، مثل البينوميل، والكاربندازيم، والمانيب، والبرافو، والمانكوزب. كذلك يستعمل البوليرام بتركيز ٠,٢٪، والأنتراكول بتركيز ٠,٢٥٪، والكوبرانتراكوال بتركيز ٠,٣٥٪ بالتبادل، كما يفيد استعمال الكبريت الميكرونى بتركيز ٠,٢٥٪.

المكافحة بمستخلصات الكومبوست

أحدثت معاملة نباتات الخيار بمستخلص مائى من الكومبوست أو بالكمبوست ذاته إلى إكسابها مقاومة جهازية ضد الفطر *C. orbiculare* مسبب مرض الأنثراكنوز، هذا بينما لم يُحدث مخلوط أساسه البيت موس مثل هذا التأثير. وقد اختلفت المقاومة الجهازية المكتسبة التى أحدثتها المعاملة بالكمبوست ذاته عن كل من تلك التى أحدثتها المعاملة بالكائنات الدقيقة، أو بحامض السلسيلك، أو بالمستخلص المائى للكمبوست (Zhang وآخرون ١٩٩٨).

المكافحة الحيوية

أحدثت بعض العزلات الفطرية التى حُصل عليها من حول جذور حشيشة زويسيا zoysiagrass (*Zoysia tenuifolia*) مقاومة جهازية فى نباتات الخيار ضد الإصابة بفطر الأنثراكنوز *C. orbiculare*. وقد كانت بعض العزلات — مثل: GS8-1، و GS8-2، و GS8-3 — قادرة على استعمار جذور الخيار، بينما لم تكن لبعضها الآخر تلك القدرة، ولكنها جميعاً كانت قادرة على إحداث المقاومة الجهازية. وقد ارتبطت درجة الحماية التى وفرتها تلك العزلات — إيجابيًّا — بكل من تركيز الجراثيم الفطرية للعزلة، والفترة التى مرت بين المعاملة بها والعدوى بفطر الأنثراكنوز. وعلى الرغم من أن فترة ٢٤ ساعة

كانت كافية لبدء توفير الحماية من الإصابة بالأنثراكنوز، فإن فترة ٧٢ ساعة كانت أكثر كفاءة (Meera وآخرون ١٩٩٤، و ١٩٩٥).

كما أحدثت معاملة الخيار بأى من السلالة 89B-27 من البكتيريا *Pseudomonas putida* أو السلالة 90-166 من البكتيريا *Serratia marcescens* مقاومة جهازية ضد الإصابة بالفطر *C. orbiculare* مسبب مرض الأنثراكنوز (عن Liu وآخرين ١٩٩٥ب). وقد ازدادت المقاومة التى أحدثتها السلالة 89B-27 فى الورقة الحقيقية الأولى مع الوقت واستمر ظهورها حتى الورقة الحقيقية الخامسة على الأقل، بينما لم تستمر المقاومة التى أحدثتها المعاملة بالسلالة 90-166 سوى فى الأوراق الحقيقية الثانية، والرابعة، والخامسة (Liu وآخرون ١٩٩٥جـ). كذلك حصل Wei وآخرون (١٩٩٦) على نتائج مشابهة لدى معاملة بذور الخيار أو بيئة الزراعة بسلالات أخرى من تلك الأنواع البكتيرية. وقد حدثت مقاومة جهازية مماثلة لدى المعاملة بالسلالة Pss 61 من البكتيريا *Pseudomonas syringae*، علمًا بأن هذه البكتيريا تنتج البروتين $HrpZ_{Pss}$ الذى يستحث تفاعلات فرط الحساسية فى النبات (Strobel وآخرون ١٩٩٦).

وقد أدت معاملة البذور بمخلوط من كل من الأنواع البكتيرية: *Bacillus pumilus* (السلالة INR7)، و *Bacillus subtilis* (السلالة GB03)، و *Curtobacterium flaccumfaciens* (السلالة ME1) إلى مكافحة الفطر *C. orbiculare* فى الخيار بصورة جيدة ومستمرة فى كل من الزراعات المحمية والزراعات الحقلية على حد سواء. كما أفاد كذلك رش النباتات الحقلية بأى من *Burkholderia gladioli* (السلالة IN26)، أو *B. pumilus* (السلالة INR7) فى مكافحة فطر الأنثراكنوز (Raupach & Kloepper ١٩٩٨).

العفن الأسود ولفحة الساق الصمغية فى القرعيات

يكافح العفن الأسود ولفحة الساق الصمغية فى القرعيات — وهما اللذان يسببهما الفطر *Didymella bryoniae* — بمراعاة ما يلى:

١– اتباع دورة زراعية ثلاثية لا تزرع فيها القرعيات القابلة للإصابة.

٢– استعمال بذور معتمدة خالية من الإصابة فى الزراعة.

٣- اتباع طريقة الرى بالتنقيط لخفض الرطوبة النسبية حول النباتات وتقليل تواجد الرطوبة الحرة عليها؛ نظرًا لأن الظروف المثلى للإصابة تتطلب رطوبة نسبية لا تقل عن ٨٥٪ وتواجد رطوبة حرة لفترة ساعة واحدة إلى عشر ساعات.

٤- تجنب تجريح الثمار أثناء الحصاد؛ نظرًا لأن تلك الجروح تشكل منفذًا لإصابة الثمار بالعفن الأسود.

٥- قلب بقايا النباتات عميقًا فى التربة بعد الحصاد.

صدأ الفاصوليا

يسبب الفطر *Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus* مرض صدأ الفاصوليا، وهو يكافح باتباع الوسائل التالية:

١- تجنب الزراعة فى الحقول التى كانت مصابة بالصدأ فى العام السابق.

٢- زراعة الأصناف المقاومة، وهى متوفرة ولكن وجود أكثر من ٣٠٠ سلالة فسيولوجية من الفطر المسبب للمرض، وقدرة الفطر على تكوين سلالات جديدة قادرة على إصابة الأصناف المقاومة عند زراعتها على نطاق واسع يحد من إمكانية الاستفادة من تلك الأصناف.

٣- الرش بالكبريت الميكرونى كإجراء وقائى، وذلك بمعدل ٢٥٠جم/١٠٠ لتر ماء.

وفى حالة ظهور الإصابة ترش النباتات بأى من المبيدات الجهازيةالتالية:

بلانتافكس ٢٠	بمعدل ١٠٠ مل(سم٣)/١٠٠ لتر ماء.
سابرول	بمعدل ١٥٠ مل/١٠٠ لتر ماء
سومى إيت	بمعدل ٣٥ مل/١٠٠ لتر ماء
بنليت ٥٠٪	بمعدل ٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء
بافستين ٥٠	بمعدل ٦٠ جم/١٠٠ لتر ماء
كوبرو انتراكول	بمعدل ٣٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء
سكور	بمعدل ٤٠ جم/١٠٠ لتر ماء

يفيد كذلك في مكافحة الصدأ الرش بأي من: أنتراكول Antracol، وبايكور Baycor، وكوبرافيت Cupravit، وبرافو Bravó، وإيفيد Evade.

٦- المكافحة الحيوية:

أدت معاملة الفاصوليا بالعزلة AP-401 من البكتيريا *Bacillus subtilis* والعزلة B-138 من البكتيريا *Arthrobacter* sp. إلى تثبيط تكوين بثرات الصدأ (Centurion & Kimati ١٩٩٤أ، و ١٩٩٤ب)، وبدا أن تلك العزلات — وكذلك عزلة (رقم B206) من *Bacillus* spp. — تنتج مواد مضادة لنمو الفطر، وهي مواد ثابتة حراريًّا (*Centurion* وآخرون ١٩٩٤).

وقد كانت البكتيريا *B. subtilis* فعّالة في مكافحة الصدأ سواء أكانت المعاملة بالبكتيريا على صورة مزارع سائلة، أم مزارع مَرقَ broth مجففة بالتجميد (مُجَفَّدة) lyophilized، وازدادت فاعليتها كلما قصرت الفترة بين المعاملة بها والعدوى (الحقن) بالفطر *U. appendiculatus*. أحدثت المعاملة نقصًا جوهريًّا في كل من عدد بثرات الصدأ/ورقة، وإنتاج الجراثيم/ورقة، وحيوية الجراثيم المنتجة. ولكنها لم تؤثر على قطر البثرات المتكونة (Mizubuti وآخرون ١٩٩٥أ). وقد تم توفير ثلاث عزلات من البكتيريا — وهي: FF-1، و FF-5، و FF-6 — لأجل المكافحة الحيوية للصدأ (Mizubuti وآخرون ١٩٩٥ب).

كذلك أمكن مكافحة الصدأ بمعاملة نباتات الفاصوليا بالفطر *Verticillium lecanii* قبل حدوث الإصابة بالصدأ؛ أما بعد الإصابة بالصدأ فإن المعاملة بالفطر *V. lecanii* أدت إلى نقص عدد جراثيم الصدأ المتكونة، ومعدل الإصابات الجديدة (Romero & Carrion ١٩٩٥).

٧- استحداث المقاومة الجهازية في النبات:

أحدثت معاملة نباتات الفاصوليا وهي بعمر ١٦-٢٠ يومًا بالمركب: 2.6-dichloro-isonictonic acid مقاومة جهازية بالنباتات ضد الإصابة بالصدأ، أدت إلى وقاية النباتات من المرض خلال معظم فترة نموها، ودونما حاجة إلى إعادة المعاملة بالمركب مرة أخرى (Dann & Deverall ١٩٩٦).

الجذر الصولجانى فى الصليبيات

يسبب الفطر *Plasmodiophora brassicae* مرض الجذر الصولجانى club root فى الصليبيات، وهو يكافح باتباع الوسائل التالية:

١- تفيد الدورة الزراعية التى لا تزرع فيها الصليبيات لمدة ٢-٣ سنوات فى خفض حدة الإصابة قليلاً فى المناطق الدافئة، حيث تنبت جراثيم الفطر فى التربة الدافئة الرطبة، فتقل أعدادها فى غياب العوائل.

٢- معاملة التربة قبل الزراعة بمبيد Pentachloronitrobenzene (اختصارًا: PCNB).

٣- تشميس التربة ومعاملتها بالدازوميت:

أمكن لجراثيم الفطر *P. brassicae* البقاء لأكثر من ٢٨ يومًا فى الفرن على حرارة ٤٥°م وهى فى تربة جافة، ولكنها ماتت فى خلال ١٤ يومًا على حرارة ٤٠°م وهى فى تربة رطبة، وأوضحت الدراسات أن تشميس التربة solarization مع استعمال الدازوميت Dazomet بمعدل ١٠٠ كجم/هكتار (٤٢ كجم/فدان) قلل تواجد الفطر فى العشرة سنتيمترات السطحية من التربة، وأدى إلى زيادة محصول القنبيط من ٢,٤ إلى ٤٧ طن للهكتار (من طن إلى ١٩,٧ طن للفدان) مقارنة بمعاملة الكنترول، هذا بينما أدى تشميس التربة مع التبخير ببروميد الميثايل (٩٨٪ بروميد ميثايل + ٢٪ كلوروبكرن) بمعدل ١٠٠ كجم للهكتار (٤٢ كجم للفدان) إلى تقليل تواجد الفطر فى العشرين سنتيمترًا العلوية من التربة وإلى زيادة محصول القنبيط من صفر إلى ٢٢ طن للهكتار (٩,٢ طن للفدان). وكان الجمع بين تشميس التربة وأى من المبيدين أفضل من أى من المعاملات الثلاث منفردة (Porter وآخرون ١٩٩١).

٤- تعديل pH التربة إلى التعادل وإن كان ذلك لا ينصح به لأن الأراضى المائلة إلى الحموضة قليلاً هى أنسب الأراضى لزراعة الخضر.

٥- معاملة التربة بسيناميد الكالسيوم:

تؤدى معاملة التربة بسيناميد الكالسيوم إلى زيادة محصول الكرنب حتى فى الأراضى الموبوءة بشدة بالفطر *P. brassicae*، وذلك لأنه يقلل حيوية جراثيم الفطر الساكنة فى

التربة. ويتطلب تحقيق أعلى كفاءة ممكنة من سيناميد الكالسيوم رى التربة ريًّا خفيفًا بعد معاملتها بالمركب حتى ترتفع الرطوبة الأرضية فى الهواء الموجود بفراغات التربة، وهو الذى يعمل على إطلاق وإذابة وتوزيع السيناميد cyanamide الذى ينتج عن تحلل سيناميد الكالسيوم، ويعمل على تلامس السيناميد مع أكبر عدد من الجراثيم الساكنة فى التربة. ويتعين الزراعة فى خلال أسبوع واحد إلى أسبوعين بعد المعاملة نظرًا لأن سيناميد الكالسيوم سريع التحلل، وهو يحمى النباتات من الإصابات المبكرة — التى تكون أشد تأثيرًا على المحصول — عن الإصابات التالية، وهى التى لا توفر المعاملة بسيناميد الكالسيوم حماية منها (Klasse ١٩٩٦).

٦- التسميد بمخلفات الدواجن (سماد الكتكوت):

أفاد استخدام سماد مخلفات الدواجن بمعدل ٣٠٠ جم للنبات (حوالى ٣,٥ طن للفدان) فى خفض شدة الإصابة بالمرض (Velandia وآخرون ١٩٩٨).

٧- زراعة الأصناف المقاومة، وهى تتوفر فى بعض الأصناف من الكرنب، واللفت. والكيل، وكرنب بروكسل، والقنبيط، والبروكولى، والكرنب الصينيى، والفجل. ولكن يعاب على استعمال الأصناف المقاومة أن الفطر يكّون — بسرعة — سلالات جديدة قادرة على التغلب على حالة المقاومة.

٨- استعمال شتلات غير مصابة.

٩- غمس جذور الشتلات قبل الزراعة فى ملاط رقيق القوام slurry، يتكون من ٤٪ كالومل calomel (كلوريد الزئبق)، أو يحتوى على مبيد البينوميل Benomyl، وهو أكثر فاعلية وأقل خطورة على الإنسان.

١٠- توفير البورون:

عرف منذ أربعينيات القرن العشرين أن توفر البورون ساعد فى تقليل تأثر الصليبيات بالإصابة بالجذر الصولجانى، وقد وجد Dixon (١٩٩٦) أن البورون يمنع التحول من البلازموديم plasmodium إلى الاسبورانجيم sporangium فى الشعيرات الجذرية وفى خلايا البشرة.

١١- غسل الآليات جيدًا عند تحركها من حقل مصاب إلى حقل آخر سليم.

١٢- معاملات أخرى متنوعة:

أ- أدت معاملة التربة ببعض مضادات الأوكسينات، مثل: 2,3,5-triiodobenzoic acid بتركيز ١٠ ميكروجرام/لتر، والإبوكسيدون epoxydon (وهو مركب مستخلص من الفطر *Phoma glomerata*) بتركيز ٢٥٠ ميكروجرام/مل إلى حماية النباتات من الإصابة بالجذر الصولجانى، ويبدو أن المكافحة تمت من خلال منع تكوين الثآليل الجذرية التى تتطلب كثرة الانقسامات الخلوية، لأن مركب الإبوكسيدون لم يكن له نشاط قوى مضاد للميكروبات، كما لم يستحث فى النباتات أى مقاومة مكتسبة (Arie وآخرون ١٩٩٨).

ب- أدى استعمال المواد الناشرة السائلة غير الأيونية، مثل أجرال Agral، وسِتووت بلص Citowet plus، وأكواجرو ٢٠٠٠ إل AquaGro 2000-L، وكذلك الصورة المحببة أكواجرو ٢٠٠٠ جى AquaGro 2000-G .. أدى استعمالها إلى خفض شدة الإصابة بالجذر الصولجانى تحت ظروف الحقل، وازدادت فاعلية المكافحة بزيادة تركيز المادة الناشرة من ٠,١٪ إلى ٠,٢٪ ثم إلى ٠,٥٪، كما كان أكواجرو ٢٠٠٠ جى أكثر المواد الناشرة فاعلية أقلها سمية لنباتات الكرنب الصينى التى استعملت فى الدراسة مقارنة بالتحضيرات السائلة. وقد أعطت إضافة التحضيرات السائلة بتركيز ٠,٥٪ إلى حفرة الشتل، أو إضافتها على دفعتين (بتركيز ٠,٢٪ عند الشتل، ثم بتركيز ٠,٢٪ بعد ١٠ أيام أخرى) أفضل مكافحة للمرض وأعلى محصول، وازداد عدد الرؤوس الصالحة للتسويق من ٤,٧٪ فى الكنترول إلى ٨٦,٧٪ – كمتوسط عام – لمختف القطع التجريبية المعاملة، وذلك عند تلوث التربة بالمسبب المرضى. أما فى غياب *P. brassica* فإن القطع المعاملة بالمواد الناشرة كانت الرؤوس فيها أصغر حجمًا وأقل جودة مما فى الكنترول، بسبب سمية المواد الناشرة. وقد كانت الصورة السائلة للتحضير أكواجرو ٢٠٠٠ إل أقل التحضيرات السائلة سمية للنباتات (Hildebrand & McRae ١٩٩٨).

وسائل المكافحة المتكاملة لأمراض الفراولة الفطرية

من أهم وسائل الحد من انتشار وتفاقم الإصابات المرضية الفطرية فى الفراولة. ما يلى:

١- تعقيم تربة الحقل إما بالتبخير بواسطة بروميد الميثايل، وإما بالتشميس.

٢- تجهيز الحقل بطريقة تسمح بصرف الماء الزائد والأملاح جيدًا، وتفيد فى هذا الشأن زيادة ارتفاع المصاطب قدر المستطاع.

٣- استخدام شتلات خالية من الإصابات المرضية فى الزراعة، سواء أكان ذلك فى المشاتل، أم فى الحقول الإنتاجية.

٤- يفيد استعمال الغطاء البلاستيكى للتربة فى منع ملامسة الثمار لها؛ مما يحد كثيرًا من الإصابة بأعفان الثمار، ويقلل من مشكلة العفن الرمادى.

٥- تجنب زيادة كثافة الزراعة عما ينبغى حتى لا ترتفع الرطوبة النسبية كثيرًا حول النمو الخضرى، وحتى لا تطول فترة ابتلال الأوراق بالندى فى الصباح.

٦- يفيد استعمال الرى بالتنقيط — حينما تنتفى الحاجة إلى الرى بالرش — فى تجنب ابتلال النموات الخضرية؛ مما يفيد فى الحد من إصابات النموات الخضرية وأعفان الثمار.

٧- تفيد إزالة النباتات المصابة بالفيروسات والميكوبلازمات من المشاتل فى الحد من انتشار الإصابة بها. كذلك يمكن أن يفيد ذلك الإجراء فى الحد من انتشار الإصابة بالأنثراكنوز، وتبقع الأوراق العادى، وتبقع الأوراق البكتيرى فى الحالات التى لا تزيد فيها الإصابة بأى من هذه الأمراض عن بضع نباتات فى الحقل.

٨- يفيد استعمال الفطر *Trichoderma harzianum* فى مكافحة الفطريات التى تعيش فى التربة، مثل: الفيوزاريم، والرايزكتونيا، والبثيم، والـ *Colletotrichum*. يضاف *T. harzianum* إلى التربة، حيث ينافس الفطريات الأخرى المرضة للنبات، ويقلل خطرها، ولكنه لا يوفر حماية كاملة منها.

كذلك يستعمل الفطر *T. harzianum* مخلوطًا مع الإبروديون iprodione فى المكافحة المتكاملة للبوتريتس، حيث ينافس *B. cinerea* على سطح ثمرة الفراولة، ويعد الفطر *T. harzianum* مقاومًا لمعظم المبيدات الفطرية.

٩- تجنب نقل التربة من الأماكن التى تنتشر فيها بعض الأمراض، مثل الأنثراكنوز، وذبول فيرتسيلليم، وعفن التاج الفيتوفثورى، وهى أمراض تحدثها فطريات تعيش مسبباتها فى التربة، ويمكن أن تنتقل مع التربة الملوثة.

١٠- ولهذا السبب .. يفضل بدء العمل فى أكثر الحقول خلوا من الإصابات المرضية، ثم الانتقال منها إلى الحقول الأخرى، لتقليل انتشار الأمراض بواسطة العمال والآلات.

١١- يفيد حصاد جميع الثمار الزائدة النضج، وكذلك جمع جميع الثمار المتعفنة والتخلص منها خارج الحقل .. يفيد ذلك فى الحد من انتشار بعض الأعفان مثل أعفان *Botrytis*، و *Rhizopus*.

١٢- تلعب معاملات بعد الحصاد المناسبة دورًا رئيسيًا فى الحد من إصابة الثمار بالأعفان. ويفيد فى هذا الشأن تجنب إلحاق الضرر بالثمار، وعدم تعريضها لأشعة الشمس المباشرة قدر المستطاع، وتبريدها أوليًا بأسرع ما يمكن بعد حصادها.

١٣- الرش بالمبيدات الفطرية المناسبة (جدول ٩-١)، ولكن استعمال المبيدات لا يؤتى ثماره فى مكافحة الأمراض إلا إذا أجرى الرش قبل حدوث الإصابة أو فى بدايتها. ويتعين وصول المبيد إلى جميع الأسطح النباتية بما فى ذلك السطح السفلى للأوراق، وهو أمر لا يتأتى إلا بالرش تحت ضغط لا يقل عن ١٠,٥ كجم/سم^{٢} (١٥٠ رطل/بوصة مربعة). ويكون الرش عادة أسبوعيًا أو مرتين أسبوعيًا.

ولأجل الحد من ظهور مشاكل السلالات المقاومة لمبيدات معينة، فإنه يتعين تناوب الرش بمبيدات مختلفة. ونظرًا لأن تطور المقاومة يعد مشكلة حقيقية مع مبيدات مثل البنليت Benlate، والتوبسن Topsin، والرونيلان Ronilan، فإنه يتعين دائمًا استعمالها مخلوطة بمبيدات أخرى ذات فعل مختلف مثل الكابتان Captan والثيرام Thiram.

كذلك يراعى استعمال أقل المبيدات خطرًا على الحشرات والعناكب النافعة.

جدول (٩-١): المبيدات الفطرية الموصى بها للفراولة.

المبيد		أعلى معدل من المادة	
الاسم الكيمائى	الاسم التجارى	الفعالة للفدان فى كل مرة	أهم الأمراض التى يكافحها
Metalaxyl	Ridomil 2E	٢ لتر	أمراض البثيم عفن الجذور الأحمر
Iprodione	Rovral[أ]	٠,٥٤ كجم	بوتريتس، وميكور
Captan	Captan	١,٠ كجم	بوتريتس، وبقع الأوراق. والعفن الجلدى، والبياض الدقيقى. والميكور
Sulfur	Sulfur	٢ كجم	البياض الدقيقى
Benomyl	Benlate	٠,٢٣ كجم	البوتريتس، والبقع الورقية، واحتراق الأوراق، ولفحة الأوراق. والبياض الدقيقى.
Thiophanate-methyl	Topsin	٠,٣٢ كجم	البوتريتس، والبقع الورقية. واحتراق الأوراق، ولفحة الأوراق. والبياض الدقيقى.
Copper Sulfate[ب]	Kocide 101	١,٣٥ كجم	تبقع الأوراق الزاوى
Vinclozolin	Ronilan	٠,٦٥ كجم	البوتريتس، والميكور
Thiram	Thiram	١,٤ كجم	البوتريتس، والبقع الورقية. والعفن الجلدى، والبياض الدقيقى

أ- يجب عدم تأخير الرشة الأولى عن وقت إزهار ١٠٪ من النباتات، مع عدم استعمال المبيد فى أكثر من أربع رشات خلال الموسم كله.

ب- قد يؤدى الاستعمال المتكرر للمبيدات التى تحتوى على كبريتات النحاس إلى الإضرار بالنباتات.

العفن الجلدى فى الفراولة

يسبب الفطر *Phytophthora cactorum* مرض عفن الثمار الجلدى leathery rot.

وهو يكافح بمراعاة ما يلى:

١- تحسين الصرف.

٢- استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة

٣- الرى بطريقة التنقيط.

٤- الرش بالمبيدات الفطرية الجهازية المناسبة، مثل الريدوميل Ridomil (وهو ميتالاكسيل metalaxyl)، والآلييت Aliette (وهو fosety-Al) كما يعطى الكابتان والثيرام مكافحة جزئية.

ويفضل إعطاء الريدوميل 2E بمعدل ٢ لتر للفدان مع مياه الرى بالتنقيط، على أن تعقب المعاملة الرش بالآلييت.

وقد وجد Ellis وآخرون (١٩٩٨) أن الرش بالفوستيل ألومنيوم (مثل الآلييت) أسبوعيًا بداية من مرحلة الإزهار حتى نهاية الحصاد بمعدل ٢,٢٤، أو ٤,٤٨ كجم من المادة الفعّالة/هكتار (٠,٩٤ أو ١,٨٨ كجم/فدان) أدى إلى مكافحة المرض بنسبة ٨٨٪، و ٩٦٪، على التوالى وبدون فرق جوهرى بين المعدلين. كما أدت إضافة الميتالاكسيل Metalaxyl مع الماء إلى التربة بمعدل ١,١٧ كجم من المادة الفعّالة/هكتار (٠,٥ كجم/فدان) مرة أو مرتين خلال المراحل الأولى للنمو وعقد الثمار إلى مكافحة المرض بنسبة ٨٢٪، و ٩٤٪ على التوالى. كذلك أعطى مجرد استعمال غطاء للتربة من القش straw mulch إلى مكافحة المرض بنسبة ٩٥٪-٩٦٪.

العفن الأبيض فى البصل والثوم

يسبب الفطر *Sclerotium cepivorum* مرض العفن الأبيض white rot فى البصل والثوم، وهو يكافح بمراعاة ما يلى:

١- التخلص من بقايا المحصول السابق بكمرها جيدًا حتى ترتفع حرارتها إلى أكثر من ٣٥°م.

٢- تبوير الأرض صيفًا لأن الحرارة العالية تقضى على الأجسام الحجرية للفطر.

٣- تجنب الزراعة فى الأراضى الغدقة الرديئة الصرف.

٤- استخدام شتلات وبصيلات، وأبصال سليمة فى الزراعة.

٥- تجنب الزراعات الشتوية فى الأراضى الملوثة بالفطر.

٦- الزراعة بالبصيلات، التى تؤدى إلى تبكير الحصاد بنحو شهرين، وبالتالى تجنب الظروف البيئية التى تساعد على زيادة شدة الإصابة بالمرض.

٧- زراعة الأصناف المبكرة التى يمكن حصادها فى منتصف ديسمبر بدلاً من تلك التى يتأخر حصادها إلى شهر فبراير، وبذا يمكن تجنب الإصابات الشديدة. ومن أمثلة الأصناف المبكرة الصنف إكستر إيرلى يلو برمودا Extra Early Yellow Bermuda، والذى انخفضت فيه نسبة الإصابة إلى ٢٪ فقط مقارنة بنسبة إصابة بلغت ٢٥٪-٣٤٪ فى الصنف جيزة ٦ (عن Entwistle ١٩٩٠).

٨- إزالة النباتات المصابة من الحقل، وكذلك النباتات المجاورة لها، عندما تكون الإصابة قليلة.

٩- تعقيم التربة بالإشعاع الشمسى solarization، وهى عملية تقضى على ٩٦٪ - على الأقل - من الأجسام الحجرية للفطر حتى عمق ٢٥ سم (حيث يصل متوسط درجة الحرارة القصوى إلى ٣٨°م) بينما تقضى على جميع الأجسام الحجرية للفطر حتى عمق ١٥ سم (حيث تبلغ الحرارة أعلى من ذلك).

وفى محافظة سوهاج بمصر قضى تشميس التربة على نحو ٥٠٪-٦٧٪ من الأجسام الحجرية للفطر (عن Entwistle ١٩٩٠).

١٠- تبخير التربة بالميتام صوديوم (فابام Vapam) عند زراعة البصل الأخضر للتصدير.

١١- المكافحة الكيميائية للفطر فى البذور، والشتلات، والنباتات، والتربة بعد الزراعة بأى من المعاملات التالية:

أ- معاملة البذور بالإبروديون iprodione، مع إضافته للتربة أيضًا فى بداية الربيع فى الزراعات الخريفية، أو بعد ٥ أسابيع من الزراعة فى الزراعات الصيفية (Dixon ١٩٨١).

ب- غمس الشتلات قبل زراعتها مباشرة فى محلول سوميسيلكس بمعدل ٤٠ جم/لتر، أو رونيلان بمعدل ٣٠ جم/لتر مضافًا إليها الترايتون ب-٦٠. وتربط الشتلات فى حزم صغيرة، بحيث تكون رؤوسها فى مستوى واحد لضمان وصول المبيد إلى كل الشتلات. ويستمر غمس الشتلات لمدة ٣-٥ دقائق، ثم تترك بعد المعاملة لتجف تمامًا قبل الزراعة (Abd-El-Razik وآخرون ١٩٨٨).

جـ- معاملة البذور بالبينوميل benomyl، كما أفادت معاملة البذور بكل من الفنكلوزولين Vinclozolin، والمكلوزولين Meclozolin بمعدل ٥٠ جم/كجم بذرة، ثم رش قواعد النباتات بنفس المبيدات بمعدل ١٠ جم فى ٣-١٠ لتر ماء/١٠٠ متر طولى من خطوط الزراعة مع تكرار المعاملة كل ٤ أسابيع.

د- تعفير البينوميل والثيوفانيت مثيل thiophanate-methyl على سطح التربة فى مواقع الزراعة.

هـ- معاملة التربة بمحلول من النابام أو الزينب عند الزراعة.

و- معاملة التربة بالإبروديون iprodione المحبب بمعدل ٦,٣ جرام/م طولى من خط الزراعة، ثم معاملة قواعد النباتات بالمبيد ذاته بمعدل ٣,١ جم/م طولى (حوالى ٢,٨ كجم/هكتار، أو نحو ١,٢ كجم/فدان) (Tropical Development Research Instiute ١٩٨٦).

ز- حصل Fullerton وآخرون (١٩٩٥) على مكافحة جيدة بالمعاملة بأى من المبيدين تبوكونازول tebuconazole، وترايا داى مينول triadimenol، حيث حققت المعاملة مكافحة بلغت نسبتها ٨٥٪ - مقارنة بالكنترول - عندما استعمل أى من المبيدين رشًا على النباتات. كما حقق تبوكونازول مكافحة جيدة طوال موسم الزراعة عندما استعمل رشًا على سطح التربة بعد زراعة البذور مباشرة. وحُصل على أفضل مقاومة للمرض عندما عوملت البذور بمبيد بروسيميدون procymidone، ثم رشت النباتات بعد الإنبات بأى من البروسيميدون، أو التبوكونازول، أو الترايا داى مينول، علمًا بأن أى من المبيدين الأخيرين يمكن أن يحل محل البروسيميدون فى معاملة رش النباتات.

١٢- المعاملة بالمستخلصات النباتية:

أدى غمس شتلات البصل فى محلول من السابونين Saponin بتركيز جرام واحد لكل ١٠٠ مل (سم٣) من الماء لمدة خمس دقائق إلى خفض معدل الإصابة بالعفن الأبيض. كذلك أحدث خلط بقايا جذور البرسيم الحجازى بالتربة الملوثة بالفطر المسبب لمرض العفن الأبيض نتائج مماثلة. وكانت معدلات المكافحة مماثلة لتلك التى حُصل عليها من المكافحة بالسوميسيلكس والبنليت. هذا مع العلم بأن السابونين مركب مضاد للميكروبات

يتواجد طبيعيًا فى عديد من محاصيل المراعى البقولية، ويستخلص — تجاريًا — من البرسيم الحجازى (Omar وآخرون ١٩٩٦).

١٣- المكافحة الحيوية:

أمكن — فى مصر — مكافحة المرض بنسبة بلغت ٨٠٪ باستعمال فطر الميكوريزا *Trichoderma harzianum*، ولكن المكافحة بهذه الطريقة كانت أقل كفاءة عندما أجريت المعاملة بالميكوريزا فى الجو البارد وعندما أجرى الرى أكثر من مرة واحدة (عن Entwistle ١٩٩٠).

وتمكن Kay & Stewart (١٩٩٤) من مقاومة مرض العفن الأبيض حيويًا بمعاملة التربة بأى من الفطريات *Chaetomium globosum*، أو *Trichoderma viride*. أو *T. harzianum*، حيث بلغ معدل المقاومة حوالى ٧٠٪ من معاملة الكنترول، وكانت مماثلة تقريبًا للمقاومة بمعاملة البذور بمبيد بروسيميدون procymidone بمعدل ٠.٥ جم مادة فعّالة لكل ١٠٠ جم من البذور. وقد أضيفت الفطريات إلى تربة الزراعة (الموجودة فى صناديق) على صورة مخلوط من: الرمل ونخالة القمح والبيئة المزروع فيها الفطر (المضروبة بالخلاط) بنسبة ١:١:٢، وذلك بمعدل ٠,١٪ من النخالة/جم من التربة الجافة. أما إضافة الفطريات على صورة غطاء للبذور Seed Coatings. أو على صورة أقراص ألجينية alginate pellets فإنها كانت أقل كفاءة فى مكافحة المرض.

كذلك أدت عدوى نباتات البصل بفطر الميكوريزا *Glomus* sp. (عزلة Zac-19) إلى توفير حماية جوهرية للنباتات من الإصابة بالعفن الأبيض لمدة ١١ أسبوعًا بعد الشتل. وحتى فى غياب الفطر المسبب للمرض .. أدت العدوى بالميكوريزا إلى زيادة محصول البصل بنسبة ٢٢٪ (Torres-Barragán وآخرون ١٩٩٦).

الجذر الوردى فى البصل

يسبب الفطر *Phoma terrestris* (سابقًا: *Pyrenochaeta terrestris*) مرض الجذر الوردى pink root فى البصل، وهو يكافح بمراعاة ما يلى:

١- اتباع دورة زراعية مناسبة لا تزرع فيها المحاصيل التى تصاب بالفطر المسبب للمرض، وهى كثيرة؛ مما يجعل الدورة غير عملية.

٢- استخدام شتلات سليمة خالية من الإصابة.

٣- زراعة الأصناف المقاومة الكثيرة التى تتوفر فى مختلف مجاميع الأصناف، وكذلك فى بعض أصناف البصل الأخضر، مثل: Beltsville Bunching.

تتضمن المقاومة للفطر عاملين، هما: مقاومة الجذور للإصابة بالفطر، وقدرة النبات على تكوين جذور جديدة بعد الإصابة، ولا ترتبط المقاومة للجذر الوردى - بدرجة عالية - بالإصابة بعفن القاعدة الفيوزارى (Thornton & Mohan ١٩٩٦).

٤- بسترة التربة بالأشعة الشمسية (تشميس التربة solarization)، أو تبخيرها ببروميد الميثايل (Sumner وآخرون ١٩٩٧).

وقد وجد Hartz وآخرون (١٩٨٩) أن بسترة التربة بالأشعة الشمسية أو تبخيرها بالميتام صوديوم Metam-Sodium قضى على مرض الجذر الوردى فى الحقل وأدى إلى تحسين النمو والمحصول، كما قضت كلتا المعاملتين - فى المشتل - على المرض فى الشتلات ولكنها لم تحم النباتات من الإصابة بعد الشتل فى حقول ملوثة بالفطر.

الفصل العاشر

المكافحة المتكاملة للأمراض البكتيرية

نستعرض فى هذا الفصل وسائل المكافحة المتكاملة لعدد من أهم أمراض الخضر البكتيرية.

الذبول البكتيرى فى البطاطس والباذنجان

تسبب البكتيريا *Ralstonia solanacearum* مرض الذبول البكتيرى فى بعض محاصيل الخضر، وهو المرض الذى يعرف فى البطاطس باسم العفن البنى.

ويكافح مرض العفن البنى فى البطاطس بمراعاة ما يلى:

١- اتباع دورة زراعية ثلاثية للبطاطس تدخل فيها النجيليات.

٢- تقليع وحرق النباتات المصابة.

٣- عدم الزراعة لأجل التصدير قبل شهر أكتوبر.

٤- استخدم تقاو سليمة فى الزراعة:

يتوفر هذا الشرط فى تقاوى العروة الصيفية التى يفترض أن تكون خالية تمامًا من الإصابة. أما التقاوى المنتجة محليًا، فقد توجد فيها بعض الإصابات. وإذا خزنت هذه التقاوى فى نوالات على حرارة ٢٥-٣٠°م لمدة أربعة أشهر، فإنه يمكن فرزها على فترات لاستبعاد الدرنات المصابة أولاً بأول؛ نظرًا لأن البكتيريا المسببة للمرض تنمو بسرعة تحت هذه الظروف؛ مما يساعد على سهولة اكتشاف الدرنات المصابة. أما إذا خزنت التقاوى المنتجة محليًا فى الثلاجات. فإنه لا يكون من السهل فرزها لتعرُف الدرنات المصابة.

٥- تطهير أدوات تقطيع التقاوى، ويفضل عدم تجزئ التقاوى عند الزراعة.

٦- التبكير فى زراعة العروة الصيفية، علمًا بأن الزراعات التى تجرى قبل شهر يناير لا تصاب بالمرض، بينما تصاب زراعات شهرى يناير وفبراير فى آخر موسم النمو.

٧- تجنب زراعة الأصناف الشديدة القابلية للإصابة؛ مثل الصنف كنج إدوارد فى العروة الخريفية التى تكثر فيها الإصابة.

أما مرض الذبول البكتيرى فى الباذنجان فيكافح بمراعاة ما يلى:

١- زراعة الأصناف المقاومة:

تتوفر المقاومة للبكتيريا فى بعض أصناف الباذنجان الآسيوية (Chen وآخرون ١٩٩٧)، إلا أن المقاومة تفقد فاعليتها - وتصاب النباتات - عند ارتفاع درجة الحرارة إلى ٣٥°م نهارًا مع ٣٠°م ليلاً (Date وآخرون ١٩٩٤).

٢- التطعيم على أصول مقاومة:

أفاد تطعيم الباذنجان على أصول من *Solanum sisymbriifolium*، و *S. torvum*، والهجين *S. integrifolium* × *S. melongena* cv. Dingaraj Multiple Purple (وهو هجين amphidiploid) .. أفاد فى خفض معدل موت النباتات من جراء الإصابة بالبكتيريا *Ralstonia solanacearum* بنسب تراوحت بين ٤٠٪ و ٩٠٪ (Mian وآخرون ١٩٩٥). ويعد *S. torvum* أكثر أصول الباذنجان استخدامًا لأجل مكافحة الذبول البكتيرى (Singh & Gopalakrishnan ١٩٩٧).

كذلك يتميز الأصل الهجين داياتارو Diataro بمقاومته العالية لمرض الذبول البكتيرى، فضلاً عن مقاومته لمرض الذبول الفيوزارى. وقد أنتج Monma وآخرون (١٩٩٧) هذا الهجين بالتلقيح بين صنفين من الباذنجان، هما الصنف الهندى WCGR112-8 - المقاوم للذبول البكتيرى - كأم، والصنف الماليزى LS1934 - المقاوم لكل من الذبول البكتيرى والذبول الفيوزارى - كأب. يتميز هذا الأصل بصلاحيته للتطعيم، وبأنه يؤدى إلى زيادة المحصول المبكر لأصناف الباذنجان المطعومة عليه مقارنة بتلك المطعومة على الأصل *S. torvum* cv. Torvum، ولكنه لا يؤثر على محصولها الكلى مقارنة بالمحصول الكلى على الأصل Torvum.

٣- المكافحة الحيوية:

وجد أن بعض سلالات الزيدومونادز الفلورية - مثل السلالة FPP5 - كانت عالية

الكفاءة فى تحفيز نمو نباتات الباذنجان ومكافحـة البكتيريـا *R. solanacearum* (Chao وآخرون ١٩٩٧).

وفى الخيار يسبب الذبول البكتيرى البكتيريا *Erwinia tracheiphila*، ويعالج المرض بمراعاة ما يلى:

١- مكافحة خنفستا الخيار المخططة والمبقعة ناقلتا البكتيريا.

٢- أمكن مكافحة البكتيريا المسببة للمرض بصورة جيدة ومنتظمـة فـى الخيـار بمعاملـة البـذور بخلـيط مـن الأنـواع البكتيريـة *Bacillus pumilus* (السـلالة INR7)، و *Bacillus subtilis* (السلالة GB03)، و *Curtobacterium flaccumfaciens* (السلالة ME1) أو برش الأوراق بـأى مـن النـوعين البكـتيريين *Burkholderia gladioli* (السـلالة IN26)، أو *B. pumilus* (السلالة INR7) (Raupach & Kloepper ١٩٩٨).

الجذع الأسود فى البطاطس

تسبب تحت أنواع من البكتيريا *Erwinia carotovora* مرض الجـذع الأسـود black leg فى البطاطس.

ولمكافحة الجذع الأسود تجب مراعاة ما يلى:

١- اتباع دورة زراعية ثلاثية أو رباعية، وتحسين الصرف.

٢- استخدام تقاو سليمة فى الزراعة.

٣- التخلص من الدرنات المصابة خارج الحقل.

٤- استعمال درنات كاملة فى الزراعة دون اللجوء إلى تقطيعها، أو سـرعة معالجتهـا جيدًا فى حالة تقطيعها، علـى أن تُـدفأ الـدرنات إلى حـرارة ١٢-١٥°م قبـل تقطيعهـا. وتجرى المعالجة بحفظها على هذه الدرجة مع رطوبة عالية، فى ظـروف تسـمح بحركـة الهواء بحرية حول الدرنات المقطعة، وذلك قبل زراعتها.

٥- تجنب زراعة الدرنات فى أرض باردة رطبة؛ لأن ذلك يؤخر الإنبات، ويزيد من فرصة الإصابة.

٦- زراعة الأصناف المقاومة؛ مثل: كاتادن Katahdin، ورصت بربانك Russet Burbank.

٧- أمكن مكافحة العفن الطرى كليًا تقريبًا بغمر الدرنات فى محلول من كبريتات النحاس بتركيز ٠,٠٥٪ لمدة ٣٠ دقيقة. كما أدى رش النباتات فى الحقل بكبريتات النحاس بتركيز ٠,١٪ إلى خفض الإصابة بالجذع الأسود، وزيادة محتوى مختلف الأنسجة النباتية — بما فى ذلك الدرنات المتكونة — من عنصر النحاس، وزيادة مقاومة هذه الدرنات للعدوى بالبكتيريا؛ سواء أجريت العدوى الصناعية بطريق الحقن، أم عن طريق العديسات (Zhang وآخرون ١٩٩٣).

٨- وجد أن إضافة مسحوق التبييض (هيبوكلوريت الصوديوم) بمعدل ١٠ كجم للهكتار (٤,٢ كجم للفدان) مع الماء إلى التربة كان أكثر كفاءة فى مكافحة الجذع الأسود عن رش النباتات بالاستربتوسيكلين Streptocycline، وبلايتوكس ٥٠ Blitox 50 (أوكسى كلوريد النحاس) (Maheshwari & Saini ١٩٩٢). هذا .. ولا تجدى كثيرًا فى مكافحة المرض معاملة الدرنات بمضادات الحيوية، كما لا يجدى تطهيرها سطحيًا لأن البكتيريا تعيش فيها داخليًا.

٩- وجد أن زيادة محتوى الدرنات من الكالسيوم — بالاهتمام بتوفير العنصر للنبات — أدى إلى خفض إصابتها بالعفن الطرى الذى تحدثه البكتيريا *E. carotovora* spp. *atroseptica* (Conway وآخرون ١٩٩٤).

١٠- أدت معاملة الدرنات بمعلق من السلالة Eh252 من البكتيريا *Erwinia herbicola* قبل عدواها بأى من تحت الأنواع البكتيرية الثلاثة المحدثة للمرض إلى مكافحة العفن (Venneste وآخرون ١٩٩٤).

١١- كما تمكن Costa & Lopef (١٩٩٤) من الحصول على طفرة من السلالة Ecb168 من البكتيريا *E. carotovora* spp. *betavasculorum* يمكن استخدامها فى المكافحة الحيوية للبكتيريا *E. carotovora* spp. *carotovora*، علمًا بأن هذه الطفرة لا يمكنها إنتاج الإنزيمات البكتوليتيكية pectolytic enzymes التى تنتجها السلالة غير المطفرة؛ وبذا .. لا يمكنها إصابة جذور بنجر السكر كما تفعل السلالة الأصلية من البكتيريا.

تقل إصابة الدرنات بالعفن الطرى الذى تحدثه البكتيريا *E. carotovora* ssp. *carotovora*، و *E. carotovora* ssp. *atroseptica* بخفض معدلات التسميد الآزوتى (Smid & Gorris ١٩٩٤).

العفن الطرى البكتيرى

تسـبب البكتيريـا *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* مـرض العفـن الطـرى البكتيرى فى البطاطس ومحاصيل الخضر الأخرى.

ولمكافحة العفن الطرى البكتيرى فى البطاطس – خاصة – تجب مراعاة مـا يلى:

١– تطهير المخازن جيدًا.

٢– تجنب الرى الغزير مع تحسين الصرف.

٣– الحصاد فى الجو البارد الجاف؛ لتقليل لسعة الشمس التى تحفز زيادة الإصابة.

٤– العناية بحصاد الدرنات ومعالجتها، وتجنـب تجريحهـا، وتخزينهـا جافـة فـى مكان جيد التهوية.

٥– تجنب غسيل الدرنات قبل تسويقها إلا عند الضرورة. وإذا غسلت الدرنات، فإن ذلك يجب أن يجرى باستعمال ماء نظيف، مع تعريض الدرنات للمـاء فـى صـورة تيـار قوى ترش به ولا تغمر فيه، كما يجب تجفيفها سريعًا بعد الغسيل.

وفى الفلفل .. يمكن الحد من أخطار الإصابة بعد الحصاد بمراعاة ما يلى:

١– إجراء الحصاد بعد زوال الندى، لكى تكون الثمار جافة.

٢– تجنب تجريح الثمرة أو خدشها أثناء عمليات التـــداول.

٣– التخزين فى حرارة منخفضة.

٤– إذا غسلت الثمار فإن ذلك قد يزيد من إصابتها بالمرض. ولكن ذلك يمكن تجنبه بإضافة الكلور إلى ماء الغسيل.

٥– أفادت ١١ عزلة من الخمائر، و ١٠ عزلات من الزيدمونادز الفلورية fluorescent pseudomonads فى مقاومة البكتيريـا *E. carotovora* subsp. *carotovora* فـى الفلفـل. وكانت أكثرها فاعلية العزلـة L-D-4 مـن الخمـيرة *Rhodotorula* sp. والعزلـة P-5 مـن البكتيريا *Pseudomonas marginalis*، حيث أعطتا مكافحة بنسـبة ٩٨.٢٪، و ٨٧.٣٪ على التوالى (Melo وآخرون ١٩٩٥).

٦- أدى تشريب ثمار الفلفل بكلوريد الكالسيوم بتركيز ٠,٥٪ أو ١,٠٪ - تحت تفريغ - إلى زيادة مقاومة الثمار للإصابة بالبكتيريا *E. carotovora* subsp. *carotovora* بنسبة حوالى ٤٠٪ (Melo وآخرون ١٩٩٥)؛ مما يدل على أهمية التغذية بالكالسيوم فى هذا الشأن.

الجرب العادى فى البطاطس

تسبب البكتيريا *Streptomyces scabies* مرض الجرب العادى common scab فى البطاطس.

ويكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١- اتباع دورة زراعية ثلاثية أو رباعية.

٢- استعمال تقاو خالية من الإصابة.

٣- تعديل pH التربة إلى المجال الذى لا يناسب نشاط الكائن المسبب لمرض، علمًا بأن نشاطه يقل عندما يكون الـ pH أقل من ٥,٢، أو أعلى من ٨,٠. ويقاوم المرض فى الأراضى الحامضية بالمحافظة على الـ pH بين ٤,٨-٥,٢.

٤- زراعة الأصناف المقاومة؛ علمًا بأن المقاومة تتوفر فى عدد كبير من الأصناف ذات الجلد الشبكى Russetted.

٥- قلب الأسمدة الخضراء فى التربة.

٦- الرى الغزير فى المراحل الأولى لتكوين الدرنات، وتجنب جفاف التربة.

٧- المكافحة الحيوية باستعمال بعض السلالات المنافسة من الجنس *Streptomyces*؛ مثل السلالة CH-33 من *S. albidoflavus*، والسلالة SSII Pon من *S. diastatochromogenes*، والسلالة PonR من *S. scabies*.

وتجدر الإشارة إلى أن السلالات المنافسة هذه تم عزلها من عديسات درنات بطاطس أنتجت فى أرض تعرف بأنها مثبطة suppressive للإصابة بالمرض، ويحدث ذلك غالبًا عند تكرار زراعة البطاطس فى نفس الأرض لعدة سنوات متتالية؛ حيث تتكاثر السلالات المنافسة من الجنس *Streptomyces* فى التربة (Liu وآخرون ١٩٩٥).

التقرح البكتيرى فى الطماطم

تسبب البكتيريا *Corynebacterium michiganensis* subsp. *michiganensis* مرض التقرح البكتيرى فى الطماطم.

ويكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١- اتباع دورة زراعية مناسبة مدتها ٤-٥ سنوات.

٢- زراعة بذور خالية من البكتيريا أو تخليصها منها.

يعد استخلاص البذور بطريقة التخمر كافيًا لتخليصها من البكتيريا. ويلزم لذلك استمرار التخمر لمدة ٤ أيام مع هرس الثمار جيدًا فى البداية، وعدم إضافة الماء إلى مهروس الثمار؛ لأنه يقلل من فاعلية التخمر فى القضاء على البكتيريا. يجب أن تبقى حرارة المخلوط المتخمر عند حوالى ٢١°م، لأن ارتفاعها عن ذلك يسرع التخمر مما يضر بالبذور، بينما يؤدى انخفاضها إلى بطء التخمر. ويراعى تقليب المخلوط المتخمر مرتين يوميًّا لغمر الأجزاء الطافية على السطح.

كما يمكن القضاء على البكتيريا المحمولة على البذور، والتى توجد بداخلها، وذلك بنقع البذور حديثة الاستخلاص فى محلول حامض الخليك بتركيز ٠,٨٪ لمدة ٢٤ ساعة فى حرارة ثابتة مقدارها ٢١°م. توضع البذور أثناء المعاملة فى كيس من القماش أو الشاش، ويراعى تقليب المحلول جيدًا حتى يصل إلى كل البذور. ويلزم تخصيص ٨ لترات من المحلول لكل كيلوجرام من البذور. أما البذور الجافة، فإنها تعامل بمحلول حامض الخليك بتركيز ٠,٦٪ بنفس الطريقة السابقة. وفى كلتا الحالتين يجب تجفيف البذور فى حرارة معتدلة بعد انتهاء المعاملة مباشرة.

وتؤدى طريقتا التخمر والمعاملة بحامض الأسيتيك إلى التخلص التام من البكتيريا المسببة لمرض التقرح البكتيرى سواء أكانت محمولة على البذور، أم توجد بداخلها، ولكنها تؤدى إلى نقص طفيف فى نسبة إنبات البذور (Strider ١٩٦٩).

كذلك وجد أن نقع البذور لمدة ساعة فى حامض الأيدروكلوريك بتركيز ٠,٦ مولار، أو لمدة ١٥ دقيقة فى o-hydroxydiphenyl بتركيز ٠,٠٠٥٪ كان أفضل بكثير فى التخلص

من البكتيريا – عن نقع البذور لمدة ١٥ دقيقة فى هيبوكلوريت الصوديوم بتركيز ٠.٦٪ (عن Gleason وآخرين ١٩٩٣). وتعامل البذور – عادة – لمدة ساعة فى أى من ٠.١ مولارًا حامض أيدروكلوريك أو ٠,٠٥٪ o-hydroxydiphenyl للتخلص من البكتيريا (Dhanvantari & Brown ١٩٩٣).

ويعد هيبوكلوريت الكالسيوم الأكثر شيوعًا فى معاملة بذور الطماطم للتخلص من بكتيريا التقرح البكتيرى، نظرًا لسهولة استخدامه وعدم خطورته على صحة القائمين بهذه العملية، وذلك على الرغم من عدم كفاءته العالية فى مكافحة المرض (عن Gleason وآخرين ١٩٩٣).

كما أمكن بالمعاملة الحرارية والكيماويات تخليص بذور الطماطم كلية من الأنواع البكتيرية التالية:

Pseudomonas syringae pv. *tomato*

P.syringae pv. *corrugata*

Xanthomonas campestris pv. *vesicatoria*

Clavibacter michiganensis ssp. *michiganensis*

وقد أجريت المعاملة بنقع البذور – بنسبة جزء بالوزن من البذور إلى ٤ أجزاء بالحجم من المركب الكيميائى – فى محلول يحتوى على كل من:

Cupric acetate

Acetic acid

Pentachloronitrobenzene

5-Ethoxy-3-(trichloromethyl)-1,2,4-thiadiazole

Triton X-100

وذلك لمدة ساعة كاملة على حرارة ٤٥ ± ٠,١ °م فى حمام مائى، علمًا بأن البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *corrugata* هى الوحيدة التى احتاجت إلى هذه المعاملة. بينما قضى على باقى الأنواع البكتيرية بالنقع فى محلول المركبات الكيميائية لمدة ٣٠ دقيقة على حرارة ٢٥ °م. ولم يكن لهذه المعاملة أية تأثيرات سلبية على نسبة إنبات

بذور الطماطم أو قوة نمو البادرات، وقد أرجع تأثير المعاملة إلى تكوين الكيماويات المستعملة لمركب نحاسي عضوى معقد (Kritzman ١٩٩٣).

٣- بسترة التربة بالتشميس solarization (Antoniou وآخرون ١٩٩٥أ، و ١٩٩٥ب).

٤- قلب بقايا النباتات المصابة فى التربة، حيث يفيد ذلك فى التخلص مما تحويه هذه النباتات من البكتيريا المسببة للمرض فى غضون سبعة شهور، مقارنة بفترة سنتين لزمت للتخلص من البكتيريا فى النباتات التى تركت على سطح التربة (Gleason وآخرون ١٩٩١).

٥- زراعة الأصناف المقاومة وهى متوفرة.

التبقع البكتيرى فى الطماطم والفلفل

تسبب البكتيريا *Xanthomonas vesicatoria* مرض التبقع البكتيرى bacterial spot فى الطماطم والفلفل.

ويكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١- زراعة بذور خالية من البكتيريا.

٢- تفيد معاملة البذور بالماء الساخن على حرارة ٥٠°م لمدة ٢٥ دقيقة.

٣- استعمال شتلات خالية من الإصابة.

٤- رش الشاتل بمضادات الحيوية، مثل: الأجريمسين Agrymycin، والفيتوميسين Phytomycin (ويحتوى كلاهما على الاستربتومايسين Streptomycin + نحاس) كل ٧-١٠ أيام، مع رش النباتات فى الحقل بمخلوط بوردو.

٥- رش الزراعات الحقلية بالمركبات النحاسية منفردة، أو مع غيرها من المبيدات الفطرية، مثل:

أ- الرش بالمركبات النحاسية والمانيب معًا (Kousik وآخرون ١٩٩٤).

ب- الرش بأيدروكسيد البوتاسيوم مع المانكوزيب (Bernar & Berger ١٩٩٦). مع تكرار الرش كل ٥-١٠ أيام.

جـ – الرش بالمركبات النحاسية مع المانيب (Pernezny & Collins ١٩٩٧).

د– أمكن مكافحة البكتيريا بصورة جيدة بالرش بأيدروكسيد النحاس إما فى صورة كوسيد ٢٠٠٠ Kocide 2000، وإما فى صورة مانكوسيد Mankocide (Campbell وآخرون ١٩٩٧).

٦– رش الزراعات الحقلية بالاستربتوسيكلين Streptocycline بمعدل ميكروجرام/مل (سم^{3}) مع مخلوط بوردو (٥ : ٥ : ٥٠) كل ٧ أيام (Jindal وآخرون ١٩٩٥).

٧– زراعة الأصناف المقاومة.

تبقع الأوراق الزاوى فى الخيار

تسبب البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* مرض تبقع الأوراق الزاوى angular leaf spot فى الخيار.

ويكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١– اتباع دورة زراعية لا تقل عن سنتين.

٢– زراعة بذور خالية من الإصابة، أو معاملتها بمحلول كلوريد الزئبق بتركيز ١٪.

٣– زراعة الأصناف المقاومة، وهى متوفرة فى الخيار، كما فى أصناف: بوينست Poinsett، وكاليبسو Calypso، وداشر ٢ Dasher II.

٤– عدم استعمال مياه الصرف الزراعى فى الرى لأنها قد تحتوى على البكتيريا المسببة للمرض، والتى تصل إليها من حقول أخرى مصابة بالمرض.

٥– الرش بالمبيدات، مثل: الثيرام والكابتان، ويفيد – بصورة خاصة – استعمال المبيدات النحاسية كل ٥–١٠ أيام عند بداية ظهور الإصابة. كذلك يفيد استعمال المضادات الحيوية، وراشحات كل من فطريات الميكوريزا، والأكتينوميسيتات، والبكتيريا المنشطة.

٦– المكافحة الحيوية:

أدت معاملة بذور الخيار أو أوراقه الفلقية بالسلالة 89B-27 من البكتيريا *Pseudomonas putida*. أو بالسلالة 90-166 من البكتيريا *Serratia marcescens* إلى

إكتساب النباتات مقاومة جهازية ضد الإصابة بالبكتيريا *P. syringae* pv. *lachrymans* التى تسبب مرض تبقع الأوراق الزاوى. حيث كانت أعداد البقع المرضية ومساحة كل منها فى النباتات المعاملة بأى من نوعى البكتيريا أقل مما كانت عليه فى نباتات الكنترول غير المعاملة (Liu وآخرون ١٩٩٥د). كذلك حصل Wei وآخرون (١٩٩٦) على نتائج مماثلة لدى المعاملة بسلالات أخرى من هذه الأنواع البكتيرية.

كذلك أمكن تحقيق مكافحة جيدة للبكتيريا المسببة للمرض فى الخيار – تحت ظروف كل من الزراعات المحمية والحقلية – بمعاملة البذور بخليط من ثلاثة أنواع بكتيرية، هى *Bacillus pumilus* (السلالة INR7)، و *Bacillus subtilis* (السلالة GB03)، و *Curtobacterium flaccumfaciens* (السلالة ME1)، كما أفاد أيضًا فى مكافحة المرض تحت ظروف الحقل رش النباتات بأى من النوعين البكتيريين *Burkholderia gladioli* (السلالة IN26)، أو *B. pumilus* (السلالة INR7) (Raupach & Kloepper ١٩٩٨).

وقد وجد Li وآخرون (١٩٩٧) أن حقن (عدوى) الورقة الحقيقية الأولى للخيار بالبكتيريا *P. syringae* pv. *lachrymans* يمكن أن يُحسِّن مستوى المقاومة الجهازية المكتسبة فى النباتات فى الأوراق غير المحقونة بالبكتيريا، وذلك بإحداث زيادة كبيرة فى كل من حامض السلسيلك الحر بلغت ٢٩٪–٤٦٪ (مقارنة بزيادة قدرها ٣٠٪–٧٠٪ فى الأوراق المحقونة ذاتها) بعد ٣ أيام من الحقن بالبكتيريا، وفى حامض السلسيلك المرتبط بلغت ٦٢٪–١٠٧٪ (مقارنة بزيادة قدرها ٧٩٪–٢٤٠٪ فى الأوراق المحقونة)، وذلك فى خلال ٤–٦ أيام من عدوى الورقة الحقيقية الأولى بالبكتيريا.

العفن الأسود البكتيرى فى الصليبيات

تسبب البكتيريا *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* مرض العفن الأسود البكتيرى bacterial black rot فى الصليبيات.

ويكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١– اتباع دورة زراعية ثلاثية، مع مكافحة الأعشاب الضارة الصليبية.

٢- حرث بقايا النباتات المصابة عميقًا فى التربة.

٣- التخلص من أى نباتات صليبية تظهر فى الحقل من زراعات سابقة.

٤- عدم استعمال الأسمدة العضوية التى تحتوى على بقايا نباتات صليبية.

٥- عدم تكرار زراعة الشاتل فى نفس الموقع سنة بعد أخرى، أو بعد زراعات الصليبيات، أو قريبًا من حقول الصليبيات.

٦- استخدام بذور سليمة خالية من الإصابة فى الزراعة.

٧- معاملة البذور بالماء الساخن على ٥٠°م لمدة ٢٥ دقيقة.

وقد أمكن تخليص بذور الكرنب من البكتيريا المسببة للمرض بمعاملتها بالحرارة الجافة (الهواء الساخن) لمدة ٦ أيام على ٧٠°م دون التأثير على حيويتها، بينما أدى تعريض البذور لحرارة ٧٥°م ولو لمدة يوام واحد إلى فقدها لحيويتها. كذلك أفاد تعريض البذور لحرارة ٤٠°م لمدة ٢٤ ساعة ثم تغريضها لحرارة ٧٥°م لمدة ٥-٧ أيام فى التخلص من البكتيريا دون التأثير على حيويتها (Shiomi ١٩٩٢).

كما أفادت معاملة بذور الكرنب والقنبيط والكيل المصابة طبيعيًّا بالبكتيريا *X. campestris* pv. *campestris* .. أفادت معاملتها بالنقع فى محلول ٠,٥٢٥٪ NaOCl (١٠:١ كلوراكس إلى ماء) على حرارة ٥٠-٥٣°م لمدة ١٥ دقيقة فى تخليصها من معظم البكتيريا، ولكن إنباتها تأثر سلبيًّا بالمعاملة الحرارية. وبينما قل التأثير السلبى على إنبات البذور بتقصير فترة النقع إلى عشر وإلى خمس دقائق، فإن تأثير المعاملة على البكتيريا قل بدوره (Babadoost وآخرون ١٩٩٦).

٨- كذلك أدت معاملة بذور القنبيط الملوثة بالبكتيريا المسببة للمرض بسلالة من البكتيريا *Paenibacillus polymyxa* إلى خفض أعداد البكتيريا المرضة/نبات جوهريًّا، ولكنها لم تقض عليها (Pichard & Thouvenot ١٩٩٠).

٩- زراعة الأصناف التى تتحمل الإصابة، وهى تتوفر فى الكرنب وبعض الصليبيات الأخرى.

ومن أمثلة أصناف الكرنب التى تتحمل الإصابة: Constanza، و Fortuna، و

Tropicana، و Cheers، و Green Cup، و Zerlina، و Bravo، و Protector، و Ruby، و Perfection، و Red Head.

١٠- تجنب الرى بالرش.

١١- وجد أن التسميد بالبورن يؤدى إلى خفض شدة الإصابة بالمرض. وبينما لم يكن للتسميد بالنيتروجين علاقة بشدة الإصابة المرضية، فإن الاحتياجات السمادية من البورون ازدادت بزيادة معدلات التسميد بالنيتروجين، وذلك فيما يتعلق بكل من زيادة المحصول وخفض شدة الإصابة بالمرض (Kumar & Sharma ١٩٩٧).

١٢- مكافحة الحشائش الصليبية جيدًا.

١٣- مكافحة الحشرات التى تُحدث جروحًا بالأوراق.

١٤- عدم إجراء عمليات زراعية أثناء تواجد الندى على النباتات.

١٥- الرش بالمبيدات النحاسية.

١٦- تعقيم الآلات الزراعية بالبخار.

١٧ – تعقيم سلال حمل الشتلات قبل استعمالها.

الفصل الحادى عشر

المكافحة المتكاملة للأمراض الفيروسية

تتطلب طبيعة الإصابات الفيروسية أن نتناول — بداية — الطرق العامة المتبعة فى مكافحتها ثم نستعرض — بعد ذلك — طرق المكافحة المتكاملة لعدد من أهم الفيروسات التى تصيب محاصيل الخضر؛ الأمر الذى قد يفضى إلى بعض التكرار مع الأسس العامة للمكافحة المتكاملة التى عُرضت فى فصول القسم الأول من الكتاب.

إن نسبة عالية من الفيروسات تنقل إلى النباتات وتنتشر فى الزراعات بواسطة حشرات معينة، وتعد مكافحة تلك الحشرات من أهم وسائل مكافحة تلك الفئة من الفيروسات.

ومن بين الوسائل العامة المتبعة فى مكافحة الحشرات الناقلة للفيروسات، ما يلى:

١- الرش بالزيوت .. وقد سبقت مناقشة ذلك فى الفصلين الثالث والرابع.

٢- زراعة المحاصيل الشراكية والحاجزة والصائدة .. وقد سبقت مناقشة ذلك فى الفصل الثانى.

٣- استعمال أغطية التربة الطاردة والجاذبة للحشرات .. وقد سبقت مناقشة ذلك فى الفصل الثانى.

٤- استعمال الأغطية النباتية الطافية لمنع وصول الحشرات إلى النباتات .. وقد سبقت مناقشة ذلك فى الفصل الثانى.

٥- استعمال شباك بيضاء طاردة للحشرات أعلى النباتات .. وقد سبقت مناقشة ذلك فى الفصل الثانى.

٦- اللوحات والشرائط الجاذبة والصائدة للحشرات .. وقد سبقت مناقشة ذلك فى الفصل الرابع.

ممارسات خاصة لمكافحة الأمراض الفيروسية

يمكن الاستفادة من بعض الممارسات والمعاملات الخاصة فى تقليل أعداد الحشرات الناقلة للأمراض الفيروسية فى الخضر، والتى منها ما يلى:

١- استعمال أغطية التربة العاكسة للضوء:

تستعمل لأجل ذلك أغطية التربة الألومينومية، وكذلك الأغطية البلاستيكية الفضية والمطلية باللون الألومنيومى. أفاد استعمال هذه الأغطية فى خفض أعداد المنّ والتربس، وكانت فائدتها فى الفلفل أكثر منها فى الطماطم لأن نباتات الفلفل كانت أقل حجمًا من نباتات الطماطم، وكان حجبها لغطاء التربة أقل من حجب نباتات الطماطم له (Kring & Schuster ١٩٩٢).

٢- استعمال المصائد الصفراء اللاصقة بمعدل ١٢٤٠ مصيدة/هكتار (٥٢٠ مصيدة/فدان) (Valdez & Wolfenbarger ١٩٩٥).

٣- رش النباتات بالزيوت المعدنية بتركيز ١٪، أو بماء الجير بتركيز ١٠٪ من التحضير التجارى يالبين Yalben، أو لوفن Loven (Marco ١٩٩٣).

٤- زراعة الفلفل مع القطيفة marigold (*Tagetes erecta*) بنسبة ٢ فلفل : ١ قطيفة فى الخط الواحد، حيث كانت لهذه المعاملة نفس فاعلية استعمال أغطية التربة العاكسة للضوء فى خفض أعداد حشرتى المنّ والذبابة البيضاء، ومن ثم تقليل أعداد النباتات التى ظهرت عليها أعراض الإصابات الفيروسية (Chew-Madianaveitia وآخرون ١٩٩٥).

٥- أفاد رش نباتات الفلفل بزيت بذور النيم *Azadirachta indica* بتركيز ١٪ أو ٢٪ فى مكافحة حشرة المنّ (بسبب محتوى الزيت من الليمونويدات النشطة active limonoids، مثل الأزاديراكتين azadirachtin)، وفى خفض إصابتها بالفيروسات غير المتبقية non-persistent viruses (مثل فيرس واى البطاطس)، بسبب إعاقة الزيت لعمليتى إكتساب الحشرة للفيرس، ونقله إلى النباتات السليمة، بطريقة مماثلة لتلك التى تؤثر بها الزيوت المعدنية، وليس بسبب محتوى الزيت من المركبات الفعّالة ضد الحشرة ذاتها (Lowery وآخرون ١٩٩٧).

مكافحة الفيروسات باستعمال تقاوٍ خالية من الإصابة

أولاً: فى حالات التكاثر الجنسى بالبذور

يراعى فى الحالات التى ينتقل فيها الفيرس عن طريق البذور ما يلى:

١- استبعاد النباتات التى تظهر عليها أعراض الإصابات الفيروسية من حقل إنتاج البذور.

٢- استعمال بذور معتمدة فى الزراعة.

٣- معاملة البذور كيميائيًّا، أو حراريًّا .. فمثلاً يمكن تخليص أغلفة بذور الطماطم من فيرس موزايك التبغ بنقعها لمدة ٣٠ دقيقة فى محلول trisodiumphosphate بتركيز ١٢,٥٪. كما يمكن فى حالات الإصابات الداخلية للبذور بنفس الفيرس التخلص منه بوضع بذور الطماطم فى حرارة ٧٨°م لمدة ٢-٣ أيام. ويراعى فى هذه الحالة أن تكون المعاملة جافة (أى ليست بالنقع فى الماء الدافئ)، مع خفض رطوبة البذور إلى ٤٪-٦٪ قبل إجراء المعاملة، وإلا تأثر إنبات البذور سلبيًّا بها.

ثانياً: فى حالات التكاثر الخضرى

تنتقل جميع الفيروسات عن طريق الأجزاء الخضرية المستعملة فى التكاثر؛ ولذا .. فإن التأكد من خلو تقاوى هذه المحاصيل (والتى من أهمها البطاطس، والفراولة والبطاطا) من الفيروسات يعد أمرًا أساسيًّا فى عملية إنتاج التقاوى.

ويمكن الحصول على التقاوى الخالية من الإصابة الفيروسية بالمعاملة الحرارية (تكون فى البطاطس لمدة شهر على حرارة ٣٩°م)، أو بزراعة القمة الميرستيمية، أو بالمعاملة الحرارية ثم زراعة القمة الميرستيمية. ويتم التأكد من خلو النباتات المنتجة من الإصابات الفيروسية بالطريق السيرولوجية، فيما يعرف بعملية الـ Virus Indexing.

اختيار موعد الزراعة المناسب لتجنب مواسم الإصابات الشديدة

يمكن - أحيانًا - تجنب الإصابة الفيروسية كلية؛ وذلك بالزراعة فى المواعيد التى يقل أو ينعدم فيها نشاط الحشرات الناقلة لها، وخاصة فى طور البادرة؛ حيث

نضمن – على الأقل – عدم إصابة النباتات بالفيرس فى أولى مراحل نموها. وكمثال على ذلك تفلت شتلات الطماطم – التى تزرع بذورها خلال شهر يناير – من الإصابة بفيرس تجعد واصفرار الأوراق؛ نظرًا لعدم تواجد الذبابة البيضاء فى الحقول المكشوفة خلال تلك الفترة، ولكنها قد تتواجد فى البيوت المحمية. كما أن زراعات الطماطم فى العروات الصيفية المتأخرة والخريفية تتعرض للإصابة الشديدة بهذا الفيرس؛ بسبب ازدياد أعداد الذبابة البيضاء كثيرًا؛ ابتداء من شهر يونيه حتى سبتمبر. وفى المقابل .. تزيد أسعار الطماطم المنتجة فى تلك العروات – كثيرًا – عن أسعار محصول العروة الصيفية المبكرة؛ الأمر الذى يجعل اتباع هذه الوسيلة فى المكافحة أمرًا غير عملى.

وما قيل عن فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم يُقال كذلك عن مختلف الفيروسات الأخرى التى تنقلها الذبابة البيضاء؛ مثل فيرس اصفرار عروق الخيار فى الخيار، وفيرس التفاف أوراق الكوسة، وبعض فيروسات الاصفرار فى الخيار والقاوون، وفيرس موزايك الفاصوليا الذهبى فى الفاصوليا.

كذلك يراعى – إن أمكن – اختيار موعد الزراعة المناسب الذى يقل فيه نشاط وتكاثر حشرة المنّ؛ لتجنب الإصابة بعديد من الفيروسات التى ينقلها المنّ؛ مثل: فيرس موزايك الخيار فى الطماطم، وفيرس موزايك الفول الرومى فى الفول الرومى. وغيرهما.

مكافحة الفيروسات باستبعاد مصادر الإصابة

من أهم الممارسات الزراعية التى تتبع لاستبعاد مصادر الإصابات الفيروسية ما يلى:

١– إزالة النباتات المصابة بالفيرس وهى لا تزال صغيرة؛ حتى لا تبقى فى الحقل كمصدر دائم للإصابة.

٢– التخلص من الحشائش بالعزيق؛ لأنها يمكن أن تشكل مصدرًا متجددًا لعديد من الإصابات الفيروسية؛ مثل فيرس موزايك الخيار، وفيرس Y البطاطس اللذين يصيبان عديدًا من أنواع الحشائش.

٣- يفيد — أحيانًا — ترك الأرض خالية تمامًا من المحاصيل التى تصاب بفيرس معين للحد من انتشاره فى الزراعة التالية. وبالرغم من أن فترة شهر واحد إلى ثلاثة شهور بدون زراعة للمحصول القابل للإصابة تكفى لتحقيق هذا الهدف، إلا أن الإصابة يمكن أن تأتى من أية زراعات أخرى بالمنطقة؛ لذا .. فإن هذا الإجراء يجب أن يَسْرِى تنفيذُه — بواسطة القوانين المنظمة لذلك — على مساحات شاسعة من الأراضى الزراعية. كما هو متبع فى جنوب كاليفورنيا؛ حيث تتوقف زراعة الكرفس لمدة ٣-٥ شهور؛ لتجنب انتشار الإصابة بفيرس موزايك الكرفس.

رش النباتات بمعلقات بيضاء لعكس الضوء وطرد الحشرات

أمكن تقليل أعداد المنّ المجنح على أشجار الليمون البنزهير برش النبات بمعلق من الطين الأبيض (يحتوى على كاولينيت Kaolinite، ومونت موريللونيت Montmorillonite) فى الماء، ولكن لم يدرس تأثير هذه المعاملة على الإصابات الفيروسية (عن Palti ١٩٨١).

كذلك وجد Marco (١٩٩٣) أن رش نباتات الفلفل بماء الكلس whitewash (كـ Yalbin أو Loven) بنسبة ١٠٪ قلل الإصابة بالفيروسات التى تنقلها المنّ (فيرس Y البطاطس، وفيرس موزايك الخيار، وفيرس موزايك البرسيم الحجازى) بنسبة ٤٠٪. وتساوى تأثير هذه المعاملة مع معاملة الرش بالزيت المعدنى Virol بنسبة ١٪.

وقد أحدث الرش بماء الكلس — منفردًا — ضررًا بسيطًا للنباتات فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الأولى، ولكنه لم يضر النباتات الأكبر عمرًا من ذلك. وبالمقارنة .. أضر الجمع بين الرش بماء الكلس مع الرش بأى من المبيد الحشرى pirimicarb أو الزيت المعدنى Virol كثيرًا بالنباتات، وأحدث نقصًا معنويًا فى المحصول، بينما أحدث الرش بماء الكلس — منفردًا — زيادة معنوية فى المحصول.

حماية النباتات من سلالات الفيرس القوية بإصابتها بسلالات ضعيفة

من الحقائق المعروفة أن إصابة النبات بسلالة ضعيفة من أحد الفيروسات تجعله

أكثر مقاومة للإصابة بسلالات قوية من نفس هذه الفيروسات، ويعرف ذلك باسم المناعة المكتسبة acquired immunity.

وتطبق تلك الحقيقة على نطاق تجارى فى مكافحة بعض الفيروسات الهامة، لكن يعيبها ضرورة إصابة جميع النباتات بالسلالة الضعيفة. وبرغم أن هذه السلالة لا تحدث أضرارًا بالنبات، إلا أن مجرد وجودها بهذا الانتشار يزيد كثيرًا من احتمالات ظهور طفرات شديدة الضراوة، كما أنها تتفاعل مع الفيروسات الأخرى – مثلها فى ذلك مثل السلالات القوية – الأمر الذى قد يؤدى إلى أضرار جسيمة. فمثلاً إذا أصيب نبات الطماطم بفيرس X البطاطس (PVX) إلى جانب إصابته بفيرس موزايك الطماطم، فإن ذلك يؤدى إلى تشوهات وأعراض شديدة تقضى على النبات كله، برغم أن أيًا منهما على انفراد لا يعد من الفيروسات الخطيرة (Bawden ١٩٦٤).

وقد اتبعت هذه الطريقة فى مكافحة فيرس موزايك التبغ (موزايك الطماطم) فى الطماطم، إلا أن انتشار استخدام الأصناف المقاومة فى الزراعة قلل من شأن المناعة المكتسبة فى مكافحة هذا المرض.

وتتبع هذه الطريقة على نطاق تجارى واسع لمكافحة فيرس ترستيزا الحمضيات Citrus Tristeza Virus فى الحمضيات بالبرازيل، وفيرس تبقع الباباظ الحلقى Papaya Ringspot Virus فى الباباظ بهاواى.

كذلك أمكن مكافحة فيرس موزايك الزوكينى الأصفر – بنجاح كبير – فى الكوسة بفرنسا (Lecoq وآخرون ١٩٩١)، وفى مختلف القرعيات (الخيار، والقاوون، والكوسة) بتايوان (Wang وآخرون ١٩٩١)؛ وذلك بعدوى النباتات بسلالة ضعيفة من هذا الفيرس قبل تعريضها للإصابة بالسلالات القوية. وقد استخدمت فى الدراستين سلالة ضعيفة عزلت فى فرنسا، وكان اختبارها فى تايوان ضد أربع سلالات قوية حُصل عليها من ولايتى كوينتكيت وفلوريدا الأمريكيتين، ومن فلوريدا وتايوان، وحققت فى جميع الحالات مكافحة جيدة.

وقد أجريت عديد من الدراسات على استخدام السلالات الضعيفة من فيرس موزايك

الخيار فى مكافحة السلالات القوية منه فى عديدٍ من دول العالم، ولكن هذه الطريقة لم تطبق على نطاق تجارى سوى فى الصين؛ حيث تستخدم فى مكافحة الفيرس فى عدة محاصيل.

وفى محاولة للتغلب على مخاوف مكافحة فيرس موزايك الخيار بهذه الطريقة تمكن Sayama وآخرون (١٩٩٣) فى اليابان من عزل سلالة ضعيفة من هذا الفيرس ذات تابع Satellite غير مُحدث لأعراض التحلل nonnecrogenic فى النباتات، ويبقى تركيزه منخفضًا فى النباتات، ولا تنتقل بواسطة نوع المنّ *Myzus persicae*، ولا تحدث أية أعراض، أو تكون أعراض الإصابة بها خفيفة للغاية، كما أنها لا تتفاعل مع فيرس موزايك الطماطم لإعطاء أعراض التخطيط المزدوج الشديدة الخطورة. وقد أدت العدوى بهذه السلالة إلى زيادة محصول الطماطم بنسبة ٢٠٪–٢٠٠٪؛ مقارنة بالنباتات غير المعاملة بها فى حقل معرض للإصابة بالسلالات القوية من الفيرس.

مكافحة الحشرات الناقلة للفيروسات باستعمال المبيدات

يلاحظ بشأن المبيدات التى تستخدم فى مكافحة الكائنات الناقلة للحشرات — بهدف منع انتقال الفيروسات إلى النباتات — ما يلى:

١– تُوفِّر المبيدات الحشرية وسيلة فعّالة لمكافحة الفيروسات المتبقية Persistent Viruses التى تنتقل بواسطة الحشرات؛ حيث تحتاج الحشرة إلى عدة ساعات أو أيام قليلة لاكتساب الفيرس من النباتات المصابة، ثم نقله إلى النباتات السليمة فى نفس الحقل. لكن المبيدات لا تفيد كثيرًا فى تقليل انتقال الإصابة بهذه الفيروسات إلى الحقل المعامل بالمبيدات من الحقول المصابة المجاورة له.

٢– لا تكافح الفيروسات غير المتبقية Nonpersistent بهذه الطريقة؛ لأن الحشرة التى يراد مكافحتها يمكنها نقل الفيرس إلى النبات السليمة قبل أن تؤثر فيها المبيدات (عن Green ١٩٩١).

٣– فى حالة المنّ يجب توجيه الاهتمام نحو الطور المجنح الذى يعتبر أكثر الأطوار خطرًا فى انتشار الإصابات الفيروسية. أما الطور غير المجنح، فإنه لا ينشر المرض إلا

للنباتات المجاورة فقط وبكفاءة ضعيفة (Bawden ١٩٦٤). وعمومًا .. فإن المبيدات المعروفة لا تفيد كثيرًا فى وقف انتشار الأمراض الفيروسية التى تنتقل بواسطة المنّ؛ لأن المبيد لا يقتل الحشرة إلا بعد أن تكون قد نقلت الفيرس بالفعل من النبات المصاب إلى النبات السليم.

٤- يجب توجيه المبيدات ليس فقط إلى المحصول المزروع، وإنما كذلك إلى الحشائش النامية بجواره؛ لأنها قد تكون من عوائل الحشرة أو الفيرس، وتشكل مصدرًا متجددًا للإصابة بالفيرس.

٥- يبدأ برنامج الرش بالمبيدات لمكافحة الحشرات — بغرض منع انتشار الأمراض الفيروسية — عند مستوى معين من الحشرة (يعرف بالمستوى الحرج) يقل كثيرًا عن المستوى الذى تبدأ معه مكافحة الحشرة كآفة نباتية. وعلى سبيل المثال .. يوصى ببدء برنامج مكافحة مَنّ الخوخ الأخضر *Myzus persicae* — بغرض منع حدوث مزيد من الانتشار لفيرس التفاف أوراق البطاطس Potato Leafroll Virus فى البطاطس — عندما تتراوح أعداد الطور غير المجنح للحشرة بين ٣ و ١٠ أفراد/١٠٠ ورقة سفلية من أوراق النبات (DiFonzo وآخرون ١٩٩٥).

٦- تفيد — كثيرًا — المبيدات النيماتودية والمركبات التى تستعمل فى تعقيم التربة بالتبخير فى مكافحة الفيروسات التى تنقلها النيماتودا.

مكافحة الفيروسات بالمركبات الكيميائية

مازال استعمال المركبات الكيميائية فى مكافحة الفيروسات مقصورًا على المجالات البحثية كما أسلفنا؛ فلا يتوفر الكثير من هذه المركبات، ولم تُحَلّ — بَعْدُ — مشاكل ارتفاع أسعارها وسميتها للنباتات، كما لم تصدر التشريعات التى تنظم استخدامها.

ومن أمثلة حالات المركبات المضادة للفيروسات Antiviral Chemicals ما يلى:

١- المركبان 2-thiouracil، و 8-azaguanine اللذان أدى استعمالهما إلى مكافحة بعض الفيروسات، أو تقليل شدة الأعراض التى تحدثها، إلا أن ذلك تم بصورة

تجريبية، ولم ينجح على النطاق التجارى. ويبدو أن هذين المركبين وأمثالهما تؤثر فى تكاثر الفيرس من خلال تأثيرها على تمثيل الأحماض الأمينية؛ وذلك بسبب إحداثها تغيرات فى القواعد الآزوتية الخاصة بالحامض النووى الفيروسى.

٢- وجد أن إضافة المبيد الفطرى الجهازى Carbendazin إلى التربة مع ماء الرى أدى إلى تقليل حدة الإصابة بفيرس اصفرار البنجر الغربى Beet Western Yellows Virus فى الخس، وفيرس تبرقش التبغ فى التبغ (عن Smith ١٩٧٧، و Dixon ١٩٨١).

٣- استعمل Wu وآخرون (١٩٩٢) مخلوطا من المركبات الكيميائية - أطلقوا عليه الاسم الكودى TS Mixture - (يتكون من n-triacontanol - وهو منظم نمو - مع توين ٨٠ Tween 80 - وهى مادة ناشرة - ومركبات أخرى) فى مكافحة كل من: فيرس موزايك الطماطم، وفيرس موزايك الخيار.

٤- من المعروف أن استعمال المبيدات الحشرية البيرثرويدية Pyrethroid insecticides يؤدى إلى زيادة المحصول، بالرغم من أنها ربما لا تؤثر على معدل إصابة النباتات بالفيروسات، كما فى حالة فيرس موزايك الزوكينى الأصفر Zucchini Yellow Mosaic Virus فى القاوون.

وقد اقترح أن هذه المبيدات ربما كان لها دور فعلى فى مكافحة الفيروسات من خلال تأثيرها على الحشرات الناقلة لها بإحدى الوسائل التالية:

أ - قتل حشرة المنّ سريعًا قبل نقلها للفيرس.

ب- طرد الحشرات .. إلا أن هذا التأثير قد يُحدث زيادة فى نشاط حشرة المنّ؛ الأمر الذى يترتب عليه زيادة انتشار الفيرس.

جـ- تقليل عدد مرات سبر الحشرة للنبات (دفعها لأجزاء فمها الثاقبة الماصة لأجل التغذية) probing times؛ الأمر الذى قد يقلل من كفاءة انتقال الفيرس إلى النبات بواسطة الحشرة.

هذا .. إلا أن دراسات Perring & Farrar (١٩٩٣) على القاوون أثبتت أن للمبيدات البيرثرويدية تأثيرًا منشطًا على النباتات المصابة بفيرس موزايك الزوكينى الأصفر. وقد ظهر هذا التأثير المنشط فى صورة زيادة فى النمو النباتى والمحصول.

٥- أمكن عزل بروتين نقى من أوراق نبات *Clerodendrum aculeatum* تؤدى معاملة النباتات به إلى اكتسابها مستوى عالٍ جدًّا من المقاومة الجهازية ضد الإصابات الفيروسية، وذلك فى خلال ٥ دقائق إلى نصف ساعة من المعاملة حسب العائل. ويكفى مجرد رش مستخلص أوراق هذا النبات على النباتات لاكتسابها خاصية المقاومة ضد الفيروسات (Verma وآخرون ١٩٩٦).

فيروسا موزايك التبغ وموزايك الطماطم

يكافح فيروسا موزايك التبغ وموزايك الطماطم فى الطماطم بمراعاة ما يلى:

١- تعقيم المشاتل وأوعية نمو النباتات، وبيئة نمو الجذور بالبخار على ١٠٠°م لمدة ٣٠ دقيقة، ونقع أو غسيل الآلات التى تستعمل فى زراعة أو شتل الطماطم أو خدمتها فى محلول فورمالدهيد بتركيز ١٪.

٢- معاملة البذور لتخليصها من الفيرس:

تؤدى معاملة البذور بحامض الأيدروكلوريك بتركيز ٥٪ لمدة ٣-١٠ ساعات، مع التقليب على فترات إلى القضاء التام على جزيئات الفيرس المحمولة خارجيًّا على الغلاف البذرى. أما جزيئات الفيرس المحمولة داخليًّا — فى أى نسيج غير الإندوسبرم — فيمكن التخلص منها بوضع البذور فى حرارة ٧٠°م لمدة ٣ أيام. كما أمكن تثبيط جزيئات الفيرس التى توجد فى إندوسبرم البذور بمعاملتها بالتراى صوديوم أورثوفوسفيت trisodium orthophosphate، ثم بهيبو كلوريت الصوديوم sodium hypochlorite، ولم يكن لهذه المعاملة تأثير سلبى على نسبة إنبات البذور (Gooding ١٩٧٥). وقد فقد الفيرس من بذور بعض سلالات الطماطم بعد تخزينها لعدة أشهر، إلا أنه ظل فى إندوسبرم سلالات أخرى لمدة ٩ سنوات.

٣- غسل الأيدى جيدًا بالماء والصابون قبل تداول النباتات.

٤- استخدام اللبن (الحليب) والمواد الناشرة فى الوقاية من الفيرس:

أمكن منع أو تقليل العدوى الميكانيكية بفيرس موزايك الطماطم برش النباتات باللبن

الحليب قبل العدوى، بينما لم يكن لهذه المعاملة تأثيرًا يذكر بعد الإصابة بالفيرس. ويعتبر رش الشتلات قبل تداولها طريقة فعّالة لمنع انتشار الفيرس. ولا ينصح بغمر الشتلات فى اللبن؛ لأن ذلك يؤدى إلى ذبولها وموتها.

وللحصول على أفضل النتائج من هذه المعاملة، تجب مراعاة ما يلى:

أ- رش المشاتل قبل التقليع بنحو ٢٤ ساعة بمعدل ١٠ لترات من الحليب كامل الدسم أو الفرز، أو بنحو ١,٢٥ كجم من بودرة اللبن الفرز المجفف فى ١٠ لترات ماء لكل ٤٠م٢ من المشتل، وهى مساحة تكفى لإنتاج شتلات لزراعة فدان من الحقل الدائم.

ب- تغمس الأيدى كل نحو ٢٠ دقيقة فى لبن كامل أو فرز، أو فى لبن محضر من ٠,٥ كجم بودرة لبن مجفف فى ٤ لترات ماء. ويجرى ذلك قبل تداول النباتات لإجراء مختلف العمليات الزراعية، مثل: الشتل، والتربية، والتقليم.

وقد استخدمت المادة الناشرة Dioctyl Sodium Sulfo-Succinate، والتى يطلق عليها اسم DOS كبديل للحليب، وكانت لها نفس فاعليته فى منع انتشار الفيرس، إلا أنها أدت إلى تأخير النمو والإزهار.

هـ- حماية النباتات من الإصابة الشديدة بعدواها بسلالات ضعيفة من الفيرس:

تؤدى عدوى (حقن) النباتات بسلالة غير مسببة للمرض، أو بسلالة ضعيفة من الفيرس إلى جعلها مقاومة للسلالات الأكثر ضراوة إذا تعرضت للإصابة بها بعد ذلك. وتحدث فى المتوسط زيادة فى المحصول مقدارها حوالى ٢٥٪ عند عدوى النباتات بالسلالة الضعيفة، ثم بالسلالة القوية بالمقارنة بالمحصول الناتج عند إصابة النباتات بالسلالة القوية مباشرة.

ونذكر فيما يلى بعض الدراسات التى أجريت فى هذا المجال.

- أدت عدوى شتلات الطماطم بسلالة مسببة للمرض من الفيرس قبل الشتل مباشرة إلى حماية النباتات من الإصابة بسلالة متوسطة الضراوة بعد ذلك، حيث لم يظهر فرق معنوى بين محصول النباتات التى تمت عدواها بالسلالة غير المسببة للمرض فقط، وتلك

التى تمت عدواها بالسلالة غير المسببة للمرض قبل الشتل، ثم بالسلالة متوسطة الضراوة بعد الشتل. وبالمقارنة وجد أن المحصول قد زاد بنسبة ٢٠٪-٣٠٪ عند العدوى بالسلالة غير المسببة للمرض، ثم بالسلالة المتوسطة الضراوة، بالمقارنة بالمحصول الناتج عند العدوى بالسلالة المسببة للمرض مباشرة (Valsov وآخرون ١٩٧٤).

- فى دراسة مماثلة أدت العدوى بسلالة من الفيرس غير مسببة للمرض إلى حماية النباتات من الإصابة بسلالة مسببة للمرض. وبينما لم تؤثر العدوى بالسلالة غير المسببة للمرض على المحصول، فإن العدوى بالسلالة المسببة للمرض فقط أنقصت المحصول بمقدار ٢٧٪. وبالمقارنة أزداد المحصول بمقدار ٣٠٪ عند العدوى بالسلالة غير المسببة للمرض، ثم بالسلالة المسببة للمرض بالمقارنة بالمحصول عند العدوى بالسلالة المسببة للمرض فقط (Vanderveken & Coutisse ١٩٧٥).

- كذلك قام Ahoonmanesh & Shalla (١٩٨١) بعدوى نباتات طماطم فى طور الأوراق الفلقية بسلالة ضعيفة من الفيرس، ثم أجريت العدوى بسلالة شديدة الضراوة بعد ١٦ يومًا. وقد تساوت النباتات التى تمت عدواها بهذه الطريقة مع النباتات التى تمت عدواها بالسلالة الضعيفة فقط. كما ازداد محصول الثمار كبيرة الحجم بمقدار ١٠٪ عند العدوى بالسلالة الضعيفة، ثم بالسلالة القوية بالمقارنة بالمحصول عند العدوى بالسلالة القوية مباشرة.

- يفضل إجراء الحقن الوقائى بالسلالة الضعيفة يدويًا، حيث تعطى إصابة بنسبة ٩٦٪-١٠٠٪. وتتوفر الحماية ضد الإصابة بالسلالات القوية من الفيرس بعد نحو ٨ أيام من حقنها بالسلالة الضعيفة (Mossop & Procter ١٩٧٥).

- على الرغم من أن Holmes كان أول من اقترح هذه الطريقة فى مكافحة الفيروسات عام ١٩٣٤ إلا أن Rast كان أول من أثبت نجاحها على نطاق واسع، وكان ذلك فى هولندا عام ١٩٧٢. ومنذ ذلك الحين استخدمت سلالة Rast الضعيفة من فيرس موزايك الطماطم، وسلالات أخرى على نطاق تجارى فى الولايات المتحدة، وكندا، والدانمرك، وفرنسا، وهولندا، وإنجلترا، واليابان.

ولتحقيق أفضل النتائج .. ينصح بعدوى الأوراق الفلقية للطماطم بمعلق نقى من سلالة ضعيفة من الفيرس قبل الشتل. تظهر هذه النباتات عادة نقصًا قليلاً فى النمو بعد العدوى

بفترة قصيرة، لكن نادرًا ما تظهر عليها أية أعراض أخرى بعد ذلك، وتبقى خالية من الأعراض حتى إذا تعرضت للإصابة بسلالة شديدة الضراوة من الفيرس. وتؤدى هذه المعاملة إلى زيادة محصول الثمار بنحو ٥٠٪–٧٠٪ بالمقارنة بمحصول النباتات التى تترك معرضة للإصابة بالسلالات القوية دون حمايتها بسلالة ضعيفة، كما تزيد فيها نسبة ثمار الدرجة الأولى. وتتشابه فى هذا الشأن مع النباتات المقاومة للفيرس.

ومن أهم عيوب هذه الطريقة فى مكافحة الفيرس: وجود الفيرس فى جميع النباتات بأعداد فلكية، مما يزيد من فرصة ظهور طفرات جديدة قد تكون أشد ضراوة من السلالات المعروفة من الفيرس. ومع أن هذه الطفرات لا تؤثر على النباتات التى تتكون فيها، إلا أنها تتكاثر وتزداد فرصتها للظهور فى المواسم التالية. كما أن لهذه الطريقة أخطارها الجسيمة عند تعرض نباتات الطماطم للإصابة بفيرس X البطاطس (PVX). حيث تصاب النباتات حينئذٍ بمرض تخطيط الطماطم المزدوج؛ وبذلك تصبح النباتات عديمة القيمة الاقتصادية.

٦– زراعة الأصناف المقاومة لفيرس موزايك الطماطم وهى كثيرة، خاصة بين أصناف الزراعات المحمية.

كما يكافح الفيروسان فى الفلفل بالوسائل التالية:

١– زراعة الأصناف المقاومة، وهى متوفرة فى مختلف طرز الفلفل.

٢– التخلص من النباتات المصابة أولاً بأول، وتطهير كافة الأدوات والصوانى المستعملة فى إنتاج الشتلات بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم بتركيز ٠٫٢٦٪.

ويمكن تطهير بذور سلالات التربية التى يخشى من تلوثها سطحيًا بالفيرس بمعاملتها بالنقع فى حامض كبريتيك بتركيز ١٪–٢٪ لمدة ٢–٣ دقائق، أو فى حامض أيدروكلوريك ٢٪، أو فى كلوراكس بتركيز ١٠٪ لمدة ١٠ دقائق، مع ضرورة غسل البذور جيدًا بالماء وسرعة تجفيفها بعد المعاملة (Greenleaf ١٩٨٦).

٣– اختيار الموجات الضوئية التى تحد من الإصابة فى الزراعات المحمية:

ظهرت أعراض الإصابة بفيرس موزايك الطماطم على الفلفل ببطء، وكانت أقل شدة

عندما كانت النباتات مزودة (فى الزراعات المحمية) بلمبات كهربائية توفر لها كلا من الضوء الأزرق والأشعة فوق البنفسجية A، وتحقق ذلك باستعمال لمبات تعطى ٨٣٪ ضوء أحمر عند ٦٦٠ نانوميترًا، و ١٧٪ أشعة تحت حمراء عند ٧٣٥ نانوميترًا، وذلك مقارنة بتطور أعراض الإصابة فى النباتات التى نمت فى وجود مصادر ضوئية تفتقر إلى كل من الضوء الأزرق (٦٦٠ نانوميترًا)، والأشعة فوق البنفسجية A (٦٦٠/٧٣٥ نانوميترًا) (Schuerger & Brown ١٩٩٧).

فيرس موزايك الخيار

يكافح فيرس موزايك الخيار فى الطماطم بمراعاة ما يلى:

١- التخلص من النباتات المصابة، ومكافحة الحشائش التى قد تكون من عوائل الفيرس.

٢- مكافحة المنّ، وهى أفضل وسيلة لمكافحة الفيرس.

٣- إكساب النباتات مناعة ضد الفيرس بعدواه (حقنه) بسلالة مُوهَنَة (مُضْعَفَة) من الفيرس (Sayama وآخرون ١٩٩٣).

٤- وجد Raupach وآخرون (١٩٩٦) أن معاملة بذور الطماطم بسلالات معينة من أى من نوعى البكتيريا *Pseudomonas fuorescens*، و *Serratia marcescens* اكسبتا النباتات قدرًا معنويًا من المقاومة ضد فيرس موزايك الخيار.

٥- تتوفر المقاومة للفيرس فى بعض الأنواع البرية وسلالات التربية، ولكنها لم تتوفر بعد فى الأصناف التجارية. كما استعملت تقنيات الهندسة الوراثية فى إنتاج سلالات من الطماطم تحتوى على جين الغلاف البروتينى للفيرس. وقد أظهرت هذه السلالات مقاومة للفيرس تحت ظروف الحقل (Fuchs وآخرون ١٩٩٦).

وتتبع الوسائل التالية فى مكافحة الفيرس فى الفلفل:

١- مكافحة حشرة المنّ الناقلة للفيرس:

أمكن مكافحة فيرس موزايك الخيار فى الفلفل من خلال مكافحة حشرة المنّ التى تقوم بنقل الفيرس إلى النباتات برشها بأى من الزيت المعدنى فيرول Virol. أو بماء

الجير يالبين Yalbin أو لوفن Loven بتركيز ١٠٪، حيث أدت المعاملة إلى خفض نسبة الإصابة بالفيرس بنحو ٤٠٪ (Marco ١٩٩٣).

٢- زراعة الأصناف المقاومة:

تتوفر القدرة على تحمل الإصابة بفيرس موزايك الخيار فى الصنف الهندى الحريف بيرينيال Perennial، وقد تمت الاستفادة منها فى تربية أصناف متحملة للفيرس من الفلفل الحلو (Lapidot وآخرون ١٩٩٧).

٣- استعمال السلالات الضعيفة من الفيرس فى إكساب النباتات مناعة ضد السلالات القوية.

ويكافح فيرس موزايك الخيار فى القرعيات بالوسائل التالية:

١- عدم الزراعة بالقرب من زراعات قديمة مصابة بالفيرس.

٢- زراعة الأصناف المقاومة، وهى تتوفر فى الخيار.

٣- التخلص من النباتات المصابة، ومكافحة الأعشاب الضارة التى قد تكون قابلة للإصابة بالفيرس. وتشكل مصدرًا للعدوى.

٤- مكافحة حشرة المن الناقلة للفيرس بالمبيدات، والزيوت المعدنية. والأغطية البلاستيكية للتربة الطاردة لها:

وُجِدَ أن رش نباتات القاوون بأحد الزيوت المعدنية — وهو JMS Stylet Oil — لم يؤثر على المنّ بصورة مباشرة، ولكنه قلل تواجد وانتشار الفيروسات التى تنقلها حشرة المنّ (فيروسا موزايك الخيار وموزايك البطيخ فى هذه الدراسة) عندما كانت الإصابة الفيروسية محدودة. وعلى الرغم من أن الرش بالزيت المعدنى لم يُجد فى الحد من انتشار الفيرس عندما كانت الإصابة شديدة، إلاّ أنه أخر ظهور الإصابة قليلاً (Umesh وآخرون ١٩٩٥).

كذلك لم يُجدِ الرش الأسبوعى بالمبيد الحشرى أنثيو ٣٣ Anthio 33 منفردًا أو مخلوطًا مع الزيت المعدنى JMS Stylet Oil، أو الرش بالزيت المعدنى منفردًا فى مكافحة أمراض الكوسة الفيروسية (موزايك البطيخ ٢، وموزايك الخيار. وموزايك

الزوكينى الأصفر) فى وداى الأردن، ولكن أفاد استعمال الغطاء البلاستيكى الألومنيومى للتربة مع الرش بالزيت المعدنى فى خفض شدة الإصابة (Mansour ١٩٩٧).

٥- المكافحة الحيوية للفيرس ذاته:

وجد Raupach وآخرون (١٩٩٦) أن معاملة بذور الخيار بسلالات معينة من أى من نوعى البكتيريا *Pseudomonas fluorescens*، و *Serratia marcesens* أكسبت النباتات قدرًا معنويًّا من المقاومة ضد فيرس موزايك الخيار.

فيرس التفاف أوراق البطاطس فى البطاطس

تلزم لمكافحة فيرس التفاف أوراق البطاطس مراعاة ما يلى:

١- استعمال تقاوٍ معتمدة خالية من الفيرس فى الزراعة.

٢- يمكن التخلص كليًّا من الفيرس بوضع الدرنات على حرارة ٣٧,٥°م لمدة ٢٥ يومًا، ولكن هذا الإجراء لا يتبع تجاريًّا.

٣- مكافحة الحشائش التى قد تكون عائلاً للفيرس.

٤- التخلص من النباتات المصابة بمجرد اكتشافها، ويتعين فى حقول إنتاج التقاوى التخلص — كذلك — من ١٢ نباتًا من تلك التى تجاور كل نبات مصاب، بمعدل ثلاثة من كل جانب.

٥- يفيد الحصاد المبكر لحقول إنتاج التقاوى فى خفض نسبة الإصابة بالفيرس.

٦- المكافحة الكيميائية للمنّ.

تبدأ المكافحة الكيميائية للمنّ — لمنع انتشار فيرس التفاف أوراق البطاطس — عندما يصل عدد الأفراد غير المجنحة للحشرة فى الأوراق السفلى للنبات إلى ١٠ أفراد/١٠٠ ورقة فى الأصناف القابلة للإصابة، و ٣٠٠ فرد/١٠٠ ورقة فى الأصناف العالية المقاومة (DiFonzo وآخرون ١٩٩٥).

ويستعمل فى مكافحة المنّ فى بداية حياة النباتات المبيدات الجهازية التى تضاف عن طريق التربة أو مع مياه الرى، كما قد ترش النباتات بالمبيدات. وتعطى المبيدات

الجهازية مكافحة فعّالة للمنّ وبعض الحشرات الأخرى لمدة لا تقل عن ٦-٨ أسابيع.

ومن المبيدات المستخدمة في مكافحة المنّ ما يلي:

المادة الفعّالة	المبيد
aldicrb	تمك ١٠ ج Temil 10 G
demeton-s-methyl	ميتاسيستوكس ٥٥ Metasystox 55
dimethoate	دايمثويت Dimethoate
disulfaton	دايسلفتون Disulfoton
	دايسستون بى ١٠ Disyston P-10
malathion	مالاثيون ٦٠ Malathion 60
malathion + pyrethrins	كروموسيد Cromocide
oxamyl	فايدت ١٠ ج Vydate 10 G
phorate	فوريت Phorate
pirimicarb	أفوكس Aphox
thiometon	إيكاتين Ekatin

٧- زراعة الأصناف المقاومة للفيرس:

تتباين أصناف البطاطس في مستوى مقاومتها للفيرس بين قابلة للإصابة؛ مثل رصت بربانك Russet Burbank، ومتوسطة المقاومة؛ مثل كنيّبك Kennbec، وعالية المقاومة؛ مثل كاسكيد Cascade، إلاّ أن هذه الأصناف تعد جميعها قابلة للإصابة — بنفس الدرجة — لمنّ الخوخ الأخضر (FiFonzo وآخرون ١٩٩٥).

وسواء أكانت الأصناف قابلة للإصابة، أم متوسطة المقاومة للفيرس أم عالية المقاومة للفيرس، فإن مستوى المقاومة يزداد كلما تقدمت النباتات في العمر. وتقل معها احتمالات إصابة الدرنات الجديدة المتكونة بالفيرس (DiFonzo وآخرون ١٩٩٤).

فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم

رغم إصابة هذا الفيرس لعدد محدود من محاصيل الخضر. منها الفاصوليا على سبيل المثال، فإنه لا يعد خطيرًا إلاّ على الطماطم.

ولمكافحة فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم يتعين منع تغذية حشرة الذبابة البيضاء الحاملة للفيرس على نباتات الطماطم بكل السبل المكنة، مع مكافحة الذبابة ذاتها والحد من تكاثرها؛ لتجنب انتشار الفيرس بصورة وبائية فى حقول الطماطم.

وبينما يكون من السهل – نسبيًّا – مكافحة الذبابة البيضاء كآفة حشرية، والحد من أضرار تغذيتها المباشرة على النباتات .. فإن مكافحتها كناقل للفيرس Virus Vector يعد أمرًا أكثر صعوبة؛ حيث تكفى تغذية ثلاث حشرات فقط حاملة للفيرس على نبات الطماطم لإصابته بالفيرس.

ونظرًا للعلاقة الوثيقة بين مكافحة فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم ومكافحة حشرة الذبابة البيضاء، فإن تناولنا للموضوع فى هذا المقام يتضمن مختلف طرق المكافحة المتكاملة لكليهما، كما يلى:

١- اختيار موعد الزراعة المناسب لتجنب مواسم الإصابات الشديدة:

تفلت شتلات الطماطم – التى تزرع بذورها خلال شهر يناير – من الإصابة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم؛ نظراً لعدم تواجد الذبابة البيضاء فى الحقول المكشوفة خلال تلك الفترة، ولكنها قد تتواجد فى البيوت المحمية. كما أن زراعات الطماطم فى العروات الصيفية المتأخرة والخريفية تتعرض للإصابة الشديدة بهذا الفيرس؛ بسبب ازدياد أعداد الذبابة البيضاء كثيرًا؛ ابتداء من شهر يونية حتى سبتمبر. وفى المقابل .. تزيد أسعار الطماطم المنتجة فى تلك العروات – كثيرًا – عن أسعار محصول العروة الصيفية المبكرة؛ الأمر الذى يجعل اتباع هذه الوسيلة فى المكافحة أمرًا غير عملى.

٢- زراعة العوائل المفضلة للحشرة بين خطوط الطماطم:

وجد (Al-Musa ١٩٨٢) فى الأردن أن زراعة الخيار، أو الباذنجان، أو الذرة بين خطوط الطماطم قبل الشتل بشهر أدى إلى خفض معدل الإصابة بالمرض فى الطماطم، وذلك لأن الحشرة فضلت هذه العوائل على الطماطم، وكان الخيار أكثرها جاذبية للحشرة. كما أوصى Yassin (١٩٨٣) باتباع هذه الطريقة فى مكافحة المرض فى السودان.

وفى كوستاريكا نجح استعمال الفاصوليا كمحصول صائد للحشرة – بين خطوط الطماطم – فى خفض أعداد الذبابة على نباتات الطماطم (Peralta & Hilje ١٩٩٣).

وتزداد فاعلية هذه الطريقة عند رش النباتات الصائدة للحشرة بالمبيدات الجهازية التى تعمل على قتل الحشرات التى تحط عليها أولا بأول.

٣- استعمال قش الأرز كغطاء للتربة لجذب الحشرات:

أدى استعمال قش الأرز كغطاء للتربة وقت زراعة البذور إلى تأخير انتشار الإصابة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم فى حقول الطماطم لمدة ٣ أسابيع، وصاحب ذلك نقص أعداد حشرة الذبابة البيضاء الناقلة للفيرس فى الحقل، وكانت الحشرة تنجذب نحو القش بسبب لونه الأصفر، ثم تموت بسبب حرارته العالية. وقد انخفضت فاعلية القش بعد ثلاثة أسابيع من فرشه على سطح التربة، وصاحب ذلك تحوله إلى اللون الرمادى (Cohen وآخرون ١٩٧٤).

٤- تثبيت لوحات وشرائط صفراء جاذبة للحشرات:

تنجذب بعض الحشرات - بقوة - إلى اللون الأصفر الذى يعكس الأشعة التى تتراوح أطوال موجاتها بين ٥٠٠ و ٧٠٠ نانومتر (مللى ميكرون)؛ ومن أمثلتها حشرتا المنّ والذبابة البيضاء.

تتوفر الشرائط اللاصقة بعرض ٥ سم، وبطول ٦٠٠م، وهى تصنع من البوليثيلين. وتكون ذات لون أصفر زاهٍ، ومغطاة بمادة لزجة تلتصق بها الحشرات بعد أن تنجذب إلى اللون الأصفر. يحتاج الفدان إلى نحو ١٨٠٠ متر طولى من الشريط، ويكفى نحو لتر من المادة اللاصقة لدهان ١٠٠ متر من الشريط.

أما اللوحات اللاصقة فإنها تتوفر بأبعاد ١٥ × ٣٠سم، وهى عبارة عن شرائح من البلاستيك الأصفر الزاهي، وتغطى من الوجهين بمادة لاصقة. وتثبت هذه اللوحات عند مستوى النباتات.

تجذب الشرائط واللوحات اللاصقة الحشرات الصغيرة (مثل المنّ، والذبابة البيضاء، والتربس، وصانعات الأنفاق) بسبب لونها الأصفر، ثم تلتصق بها. ولذا .. فهى تعد وسيلة فعّالة لمكافحة الحشرات الناقلة للفيروسات.

وفى الزراعات المحمية توضع اللوحات أو الشرائط اللاصقة فى مواجهة وسائد

التبريد، أو فتحات التهوية للتخلص من حشرة الذبابة البيضاء التى تتسرب إلى داخل البيت. ويؤدى استعمال هذه الشرائط إلى زيادة فاعلية المبيدات فى مكافحة الذبابة البيضاء (Rui & Zheng ١٩٩٠).

ومن عيوب استعمال شرائح البوليثيلين الصفراء اللاصقة فى الحقول المكشوفة تعرضها للتمزق بفعل الرياح، كما أن كفاءتها تقل تدريجيًّا، بسبب التصاق الغبار وحبيبات الرمل — التى تحملها الرياح — بها (عن Palti ١٩٨١).

٥- استعمال أغطية للبيوت البلاستيكية من الفينيل الممتص للأشعة فوق البنفسجية UV-Absorbing، حيث تقل معها أعداد الذبابة البيضاء على نباتات الطماطم، مقارنة بالأعداد التى تتواجد فى حالة البيوت المغطاة بشرائح الفينيل العادية (Shimada ١٩٩٤).

٦- استعمال أغطية التربة البلاستيكية الصفراء الجاذبة للحشرات:

يفيد استخدام البلاستيك (البوليثيلين) الأصفر — كغطاء للتربة فى حالة الطماطم — فى خفض معدلات الإصابة المبكرة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم، لأنه يجذب إليه حشرة الذبابة البيضاء الناقلة للفيرس؛ مما يؤدى إلى موتها بفعل ملامستها للبلاستيك الساخن (عن Cohen & Melamed-Madjar ١٩٧٨).

وقد وجد أن استعمال الأغطية البلاستيكية الصفراء للتربة مع الرش اليومى لنباتات الطماطم بمبيد Smash أدى إلى خفض الإصابة بالفيرس فى صنف الطماطم TY 20 إلى ٢,٢٪ فى وادى الأردن الذى تكون الإصابة فيه بالفيرس عالية للغاية فى العروة الخريفية)، مقارنة بنحو ٤٥٪ باستعمال بلاستيك شفاف مع الرش أسبوعيًّا بالمبيد (عن Zamir وآخرين ١٩٩١).

كذلك أدى استعمال أغطية التربة البلاستيكية الصفراء إلى نقص أعداد الذبابة البيضاء وتأخير الإصابة بفيرس تبرقش الطماطم Tomato Mottle Virus — الذى تنقله الذبابة البيضاء — فى ولاية فلوريدا الأمريكية، وذلك مقارنة باستعمال أغطية التربة البلاستيكية الزرقاء، والبرتقالية، والحمراء، والفضية، والبيضاء (Csizinsky وآخرون ١٩٩٥).

٧- استعمال أغطية التربة البلاستيكية العاكسة للضوء والطاردة للحشرات:

تستعمل لهذا الغرض أغطية بلاستيكية (أغطية بوليثيلين) تكون فضية اللون من سطحها العلوى لطرد الحشرات، وسوداء من سطحها السفلى لمنع نمو الحشائش. تثبت هذه الأغطية على سطح التربة قبل الزراعة لتحقيق عدة أهداف. ولكن ما يهمنا فى هذا المقام أنها تعمل على طرد الحشرات؛ بسبب انعكاس الأشعة فوق البنفسجية من عليها؛ الأمر الذى يُحدث ارتباكًا لبعض الحشرات (مثل: المنّ، والتربس، والذبابة البيضاء، وصانعات الأنفاق) عندما تحاول أن تحط على النباتات؛ وبذا .. فهى تفيد فى مكافحة الحشرات ذاتها، وفى الحد من انتشار الأمراض الفيروسية التى تنقلها تلك الحشرات.

٨- استعمال الأغطية الطافية للنباتات لمنع وصول الحشرات إليها:

تستعمل الأغطية الطافية للنباتات Floating Plant Covers (مثل غطاء أجريل بى ١٧ Agryl P 17) لتحقيق عدة أهداف، ولكن ما يهمنا فى هذا المقام هو منع الأغطية وصول الحشرات الناقلة للفيروسات إلى النباتات.

وهذه الأغطية غير منسوجة، وتصنع أما من البوليسترين، وإما من البولى بروبلين، وهى خفيفة الوزن؛ حيث لا يزيد وزنها على ١٧ جم لكل متر مربع. وتسمح بنفاذ الماء والهواء، ونحو ٩٠٪-٩٥٪ من الضوء الساقط عليها.

توضع هذه الأغطية إما على النباتات مباشرة، وإما على أقواس سلكية متباعدة تثبت على خطوط الزراعة. والطريقة الثانية هى المفضلة، ويلزم معها تغليف الأقواس السلكية بخراطيم رى بالتنقيط مستهلكة للمحافظة على الغطاء من التمزق.

وقد قامت شركات محلية بتصنيع أغطية قماشية منسوجة ذات فتحات ضيقة جدًا غير منفذة لحشرة الذبابة البيضاء. هذه الأغطية منفذة للضوء بنسبة عالية؛ ولكنها تعطى بعض التظليل، وهذا أمر مرغوب فيه فى ظروف الحرارة العالية صيفاً. وتتميز هذه الأغطية — وهى معاملة ضد الأشعة فوق البنفسجية — بأنها أكثر قدرة على التحمل — بكثير — عن أغطية الأجريل، بحيث يمكن استعمالها لأكثر من موسم

زراعى. وهى تثبت على أقواس سلكية فوق خطوط الزراعة كما هى الحال فى الأنفاق البلاستيكية. وتعتبر هذه الأنفاق ذاتية التهوية.

وأكثر استعمالات أغطية النباتات بمختلف أنواعها — هو فى حماية المشاتل من الإصابات الفيروسية، بمنع وصول الذبابة البيضاء — وغيرها من الحشرات الناقلة للفيروسات — إلى البادرات الصغيرة.

وقد استعملت الأغطية الطافية فى الزراعات الحقلية لوقاية النباتات من جميع الأمراض الفيروسية التى تنقلها الحشرات؛ فهى — مثلاً — تستخدم بصورة تجارية لحماية الطماطم من فيرس تجعد واصفرار الأوراق فى منطقة الشرق الأوسط، وفى حماية الكوسة من فيروسى تجعد أوراق الكوسة واصفرار الخس المعدى فى كاليفورنيا، وفى حماية الباذنجانيات من فيرس Y البطاطس فى أوريجون، وفى حماية الخس من فيرس موزايك الخس فى أوروبا.

٩- مكافحة الذبابة البيضاء بالمبيدات:

من بين المبيدات المستعملة فى مكافحة الذبابة البيضاء فى كل من المشتل والحقل الدائم: الأكتلك ٥٠٪، و السيلكرون ٧٢٪، والمارشال ٢٥٪ فى صورة مستحلبات قابلة للبلل. تستعمل هذه المبيدات بالتبادل بمعدل ١,٥ لتراً من الأكتلك، و ٣/٤ لتر من السيلكرون، و ٨٠٠ جم من المارشال للفدان. كذلك يمكن استعمال التمارون ٦٠٪ بتركيز ٢ فى الألف.

يراعى أن يكون الرش تحت ضغط عال، وأن يعم جميع أجزاء النبات والحشائش، وكل سطح التربة، مع إيقاف الرش قبل بداية حصاد الثمار بأسبوعين.

كما تتوفر مبيدات شديدة الفتك بالذبابة البيضاء؛ منها المركب إميداكلوبريد Imidacloprid (مثل المبيد: أدماير ٢ ف Admire 2F). هذا المبيد جهازى، ويمكن إضافته عن طريق التربة. وقد أحدث استعماله زيادة كبيرة فى محصول مختلف الخضر إلى درجة تشكك منتجى الخضر — فى الولايات المتحدة — فى أن يكون له تأثير فسيولوجى على النمو النباتى، ولكن Palumbo & Sanchez (١٩٩٥) أثبتا أن

تأثيره الإيجابي الكبير على محصول القاوون المعامل به كان مرده إلى قضائه التام على حشرة الذبابة البيضاء، وغيرها من الحشرات، وليس إلى أي سبب فسيولوجي للمبيد ذاته.

وقد أعطى المبيد Imidacloprid مكافحة جيدة للذبابة البيضاء في حقول الطماطم عندما أضيف التحضير المحبب (المبرغل) منه إلى التربة بمعدل جرام واحد إلى جرامين منه لكل نبات (Servian de Cardozo & Matsui ١٩٩٢).

ومن المبيدات الأخرى المماثلة للمبيد أدماير كل من جوشو Gaucho، وكونفيدور Confidor (إنتاج شركة باير)، وهما يحتويان على نفس المركب الفعال إميدا كلوبريد مثل المبيد أدماير ٢ ف. ويوصى باستعمال المبيد كونفيدور في مشاتل الطماطم مع مياه الري بمعدل ٦٠ مل (سم^{٣}) من المبيد لكل ١٠٠ لتر ماء، وهي كمية تكفي لري ١٠٠م^{٢} من المشتل في كل مره. وتجرى هذه المعاملة مرة واحدة أو مرتان على الأكثر. وبعد تقليع الشتلات فإن جذورها تغمر لمدة ٥-١٠ دقائق ف محلول من المبيد بتركيز ٣٠ مل/لتر من الماء. أما في الأرض المستديمة فإن النباتات ترش مرة واحدة كل ١٠-١٤ يومًا بمبيد الكونفيدور بمعدل ٧٥ مل/١٠٠ لتر ماء. بالمقارنة .. فإن مبيد جوشو تعامل به البذور في صورة ملاط دقيق القوام Slurry بمعدل ٣٠-١٠٠ جم لكل كيلوجرام من البذور.

١٠- الرش بالزيوت المعدنية:

ظهر اتجاه نحو استخدام الزيوت المعدنية منفردة، أو مخلوطة مع المبيدات الحشرية في مكافحة حشرة الذبابة البيضاء. وخفض فعاليتها في نقل الفيرس. وقد استخدمت الزيوت المعدنية في الهند، وثبتت فعاليتها في السودان (Yassin ١٩٨٣). وفي الأردن .. أدى رش نباتات الطماطم بمخلوط أي من الزيوت المعدنية HI-PAR، أو Sunoco مع أي من المبيدات الحشرية permethrin، أو Methidathion، أو Pirmiphos-Methyl إلى قتل الحشرات البالغة، ومنعها من إصابة نباتات الطماطم المعاملة، وزيادة محصول الطماطم بنسبة ١٨٨٪ إلى ٣٢٩٪ مقارنة بمحصول النباتات غير المعاملة (Sharaf and Allawi ١٩٨١).

كذلك أفاد الرش بزيت الفولك ١٠٠ (Volk 100 Neutral) فى خفض أعداد الأفراد البالغة من الذبابة البيضاء على الطماطم المعاملة، مقارنة بنباتات معاملة الشاهد (Peralta & Hilje ١٩٩٣).

١١- الرش بالمنظفات الصناعية:

أوضحت دراسات Vavrina وآخرون (١٩٩٥) أن المنظفات الصناعية المنزلية السائلة Liquid Household Detergent كانت أكثر سمية لحوريات الذبابة البيضاء - تحت ظروف المختبر - من تحضيرات الصابون التجارية المستخدمة كمبيدات حشرية Commercial Insecticidal Soap وقد استخدم فى هذه الدراسة المنظف الصناعى التجارى New Day الذى يحتوى على ٢٦٪ sodium dodecyl benzene sulphonate و sodium laurylether sulphate؛ مقارنة بالمبيد الحشرى الصابونى M-Pede الذى يحتوى على ٤٩٪ ملح بوتاشيوم لحامض دهنى طبيعى. ووجد أن المعاملة بالمنظف الصناعى أسبوعيًا بتركيز ٠,٢٥٪ - ٠,٥٠٪ - بداية من بعد الشتل بأسبوعين - لم يكن لها أية تأثيرات سلبية على النمو الخضرى لنباتات الطماطم أو المحصول.

١٢- المكافحة الحيوية:

يحتوى المنتج التجارى بيوفلاى Bio-Fly على معلق من الجراثيم الكونيدية للفطر *Beauveria bassiana*، الذى تنسب إليه خاصية التطفل على الذبابة البيضاء والقضاء عليها. وتوصى نشرة المبيد باستعماله رشًا كل ثلاثة أيام إلى خمسة أيام، بحد أدنى أربع رشات.

كذلك أظهرت دراسات Costa وآخرون (١٩٩٣) إمكانية استخدام المضادات الحيوية - مثل Oxytetracycline hydrochloride - فى إضعاف نمو الحشرة وتكاثرها، وإضعاف نمو نسلها. وقد أثر هذا المضاد الحيوى على كائنات دقيقة تعيش فى أجساد الحشرة الكاملة وحورياتها؛ وهى كائنات يعتقد فى أنها تعيش معيشة تعاونية مع الحشرة وتتبادل معها المنفعة. وقد أوضحت هذه الدراسة أن معاملة إناث الحشرة بالمضاد الحيوى قلل من قدرة نسلها على إحداث أعراض التلون الفضى فى الكوسة.

هذا .. وللذبابة البيضاء أعداء طبيعية؛ منها بعض أنواع الزنابير؛ مثل: *Encarsia formosa*، و *Eretmocerus haldmani*. تضع إناث هذه الزنابير بيضها على يرقات وحوريات الذبابة البيضاء؛ لتتغذى اليرقات التى تفقس من البيض على سوائل جسم هذه الأطوار من الحشرة وتقضى عليها.

وفى ألمانيا يتوفر على نطاق تجارى النوع *Eretmocerus californicus* لمكافحة الذبابة البيضاء (Albert & Schneller ١٩٩٤)، وفى إيطاليا نجح النوع المحلى *Encarsia pergandiella* فى مكافحة الذبابة البيضاء *T. vaporariorum* فى البيوت المحمية (Giorgini & Viggiani ١٩٩٤).

وفى مصر .. قام Abdel-Gawad وآخرون (١٩٩٠) بحصر الأعداء الطبيعية للذبابة البيضاء تحت ظروف الحقل المكشوف؛ حيث كانت كما يلى:

العدو الطبيعى	الطور الحشرى الذى يتطفل عليه	موسم ازدياد التطفل
Euseius gossipi	الأطوار غير تامة النمو	أغسطس وسبتمبر
Coccinella undecimpuncatata	الأطوار غير تامة النمو	مايو وسبتمبر
Chrysoperla carnea	العذارى خاصة	متأخرًا خلال العام
Aphidoletes aphidimyza	العذارى	يوليه إلى أكتوبر
Eretmocerus mundus	شوهدت تخرج من اليرقات والعذارى	
Encarsia lutea	شوهدت تخرج من اليرقات والعذارى	
فطر (لم يُعرَّف).	لوحظ وهو يصيب الحشرة	

وقد قدر الباحثون أن هذه الأعداء الطبيعية تتسبب فى موت نحو ٨٠٪ من أعداد الذبابة البيضاء فى الظروف الطبيعية.

كما قام هولاء الباحثون أنفسهم (Shalaby وآخرون ١٩٩٠) بدارسة دور الحشرتين الأخيرتين (*Eretmocerus mundus*، و *Encarsia lutea*) من المكافحة الحيوية للذبابة البيضاء؛ حيث تبين وجود ارتباط إيجابى بين كثافة الذبابة وأعداد المتطفلات. وكان

التطفل على أشده قبل حصاد المحاصيل الصيفية (مثل الطماطم والقرعيات) بفترة تتراوح بين شهر واحد وشهرين، حيث كانت *Encarsia lutea* أكثر تواجدًا، وفى بداية موسم النمو فى المحاصيل الشتوية (مثل البسلة والفول الرومى)؛ حيث كانت *Eretmocerus mundus* أكثر تواجداً.

ويستدل من دراسات Matsui (١٩٩٥) أن الطفيل *Encarsia formosa* كان فعّالاً – كذلك – فى مكافحة ذبابة أوراق الكوسة الفضية *Bemisia argentifolii*.

١٣- زراعة الأصناف المقاومة:

أنتج منذ أواخر الثمانينيات وإلى الآن ما لا يقل عن خمسين هجينًا من الطماطم التى تتحمل الإصابة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم. وجميع هذه الهجن تصاب بالفيرس، ويلزم معها مكافحة الذبابة البيضاء، إلا أن أعراض الإصابة التى تظهر عليها لا تكون بنفس الشدة التى تظهر بها على أصناف الطماطم الأخرى، ولا يتأثر محصولها كثيرًا بالإصابة، كما يكفى معها لمكافحة الذبابة البيضاء نحو ١/٤ عدد مرات الرش بالمبيدات التى تعطى للأصناف الأخرى. وقد سبقت الإشارة إلى عدد كبير من هذه الأصناف فى كتاب: "الطماطم: تكنولوجيا الإنتاج، والفسيولوجى، والممارسات الزراعية، والحصاد والتخزين" (حسن ١٩٩٨ ب).

وتجدر الإشارة إلى أن جميع هذه الأصناف تعطى – مقارنة بالأصناف التى لا تتحمل الفيرس – محصولاً عاليًا فى المواسم التى تشتد فيها الإصابة، بينما يكون محصولها أقل من محصول الهجن العادية غير المقاومة للفيرس فى المواسم التى تقل فيها الإصابة.

فيرس ذبول الطماطم المتبقع

يكافح فيرس ذبول الطماطم المتبقع فى الطماطم بمراعاة ما يلى:

١- التخلص من النباتات المصابة والأعشاب الضارة.

٢- مكافحة التربس بالمبيدات.

٣- عدم الزراعة بالقرب من حقول مزروعة بأى من عوائل الفيرس، مثل: الطماطم، والفلفل، والباذنجان، والبطاطس.

٤- استعمال أغطية بلاستيكية ألومنيومية (فضية) للتربة:

تعمل أغطية التربة البلاستيكية العاكسة للضوء - مثل الأغطية الألومنيومية - على طرد التربس الناقل للفيرس وبعض الحشرات الأخرى؛ بسبب انعكاس الأشعة فوق البنفسجية عليها؛ الأمر الذى يحدث ارتباكًا لبعض الحشرات عندما تحاول أن تحط على النباتات.

فمثلاً .. أدى استعمال غطاء بلاستيكى ذو سطح ألومنيومى (فضى) إلى خفض أعداد حشرة التربس بنسبة ٦٨٪، ونقص نسبة الإصابة بفيرس ذبول الطماطم المتبقع بنسبة ٦٤٪ (Greenough وآخرون ١٩٩٠). كذلك وجد Brown & Brown (١٩٩٢) - فى ولاية ألاباما الأمريكية - أن حشرة التربس كانت أقل تواجدًا على نباتات الطماطم التى استعمل فى إنتاجها غطاء بلاستيكى أسود، أو بلاستيكى بلون الألومنيوم، مقارنة باستعمال غطاء بلاستيكى أبيض. كما وجد Csizinsky (١٩٩٥) أن حشرة التربس كانت أقل تواجدًا على نباتات الطماطم التى استعمل فى إنتاجها غطاء بلاستيكى ألومنيومى، مقارنة باستعمال غطاء بلاستيكى أزرق، أو برتقالى، أو أحمر، أو أصفر.

وقد وجد Kring & Schuster (١٩٩٢) أن الأغطية البلاستيكية المطلية بلون ألومنيومى كانت لها نفس فاعلية الأغطية البلاستيكية الألومنيومية فى خفض أعداد حشرة التربس فى حقول الطماطم، وكان كلاهما أفضل من الزراعة بدون غطاء بلاستيكى.

٥- زراعة الأصناف القادرة على تحمل الإصابة، مثل هاواى إن-٦٥ Hawaii N-65، ولكن لا تتوفر المقاومة للفيرس فى أصناف الطماطم الهامة.

فيرس واى البطاطس فى الفلفل

يعتبر فيرس واى البطاطس PVY من الأمراض الهامة، ويكافح بمراعاة ما يلى:

١- زراعة الأصناف التى تتحمل الإصابة بالفيرس.

٢- كما فى حالة فيرس موزايك الخيار، أمكن مكافحة فيرس واى البطاطس فى الفلفل من خلال مكافحة حشرة المنّ - التى تقوم بنقل الفيرس إلى النباتات - بأى من الزيت المعدنى فيرول Virol، أو بماء الجير يالبين Yalbin أو لوفن Loven بتركيز ١٠٪، حيث أدت المعاملة إلى خفض نسبة الإصابة بالفيرس بنحو ٤٠٪ (Marco ١٩٩٣).

٣- أدى استعمال أغطية التربة البيضاء إلى نقص شديد فى نسبة إصابة النباتات بفيرس واى البطاطس، وزيادة المحصول بنسبة ٣٢٪ عما فى الكنترول.

٤- كذلك كان لاستعمال اللوحات الصفراء الجاذبة للمنّ واللاصقة له أثرًا كبيرًا فى زيادة المحصول (Budnik وآخرون ١٩٩٦).

٥- لم يكن لأى من مبيدى البيريميكاب primicarb، أو الإميداكلوبرد imidacloprid تأثيرًا جوهريًّا على سلوك المنّ فى وخز نباتات الفلفل المعاملة بهما، أو على نقل المنّ لفيرس واى البطاطس إليها عندما سمح للمنّ بالبقاء لمدة ١٠ دقائق على النباتات المعاملة. وعلى عكس ذلك، فإن معاملة النباتات بالسيبرمثرين cypermethrin أثرت على كل من سلوك المنّ وكفاءته فى نقل الفيرس، حيث كانت وخزاته للنباتات المعاملة أقل عددًا (١,٧ مرة مقابل ٣,٣ فى الكنترول)، وأقصر مدة (٤١ ثانية مقابل ١٥٢ ثانية فى الكنترول)، كما أدت المعاملة إلى شلّ حركة المنّ فى خلال ٢,٥ دقيقة من تعرضه للنباتات المصابة، ولكن قبل اكتمال هذه الفترة كانت الحشرة قادرة على نقل الفيرس بكفاءة إلى النباتات المعاملة بالمبيد (Collar وآخرون ١٩٩٧).

فيرس موزايك الزوكينى الأصفر فى القرعيات

يكافح فيرس موزايك الزوكينى الأصفر، بالوسائل التالية:

١- استعمال أغطية التربة العاكسة للضوء، وهى الأغطية الألومنيومية والأغطية البلاستيكية الفضية اللون. تعمل هذه الأغطية على تشتيت المنّ وطرده بعيدًا عنها، ومن ثم بعيدًا عن النباتات.

٢- تغطية النباتات بالأجريل بى ١٧ Agary P17، بهدف منع المنّ من الوصول إلى النباتات (Perring وآخرون ١٩٨٩).

٣- استعمال الزيوت المعدنية مع المبيدات فى مكافحة المنّ، علمًا بأن استعمال مبيدات المنّ وحدها لا تفيد فى مكافحة الفيرس نظرًا لأن انتقال الفيرس إلى النباتات يتم خلال ثوان معدودة، وقبل أن تحصل الحشرة على جرعة قاتلة من المبيد (عن Yuan & Ulman ١٩٩٦).

٤- زراعة الأصناف المقاومة:

أنتجت سلالة محولة وراثيًّا من القاوون نقل إليها جينات الغلاف البروتينى لفيروسات: موزايك الخيار، وموزايك الزوكينى الأصفر، وموزايك البطيخ رقم ٢، وأظهرت مستوى عاليًا من المقاومة لتلك الفيروسات تحت ظروف الحقل، كما انخفضت فيها بشدة نسبة الإصابة المختلطة بأكثر من فيرس واحد، مقارنة بالنباتات العادية؛ الأمر الذى يقلل بشدة من الانتشار الوبائى لتلك الفيروسات (Fuchs وآخرون ١٩٩٧).

وأظهر صنف الكوسة بافو Pavo المحولة وراثيًّا — والذى يحتوى على جينات الغلاف البروتينى لكل من فيرس موزايك الزوكينى الأصفر، وفيرس موزايك البطيخ رقم ٢، وفيرس موزايك الخيار — أظهر مقاومة عالية لتلك الفيروسات تحت ظروف الحقل (Arce-Ochoa وآخرون ١٩٩٥).

كذلك أنتج هجينًا الكوسة صوفيا Sofia، وليديا Lidia المقاومين لفيروسات موزايك الزوكينى الأصفر، وموزايك البطيخ رقم ٢، وموزايك الخيار، وذلك بطرق التربية التقليدية. وقد نقلت المقاومة للفيرس إلى الأنواع المزروعة من الجنس *Cucurbita* من النوع البرى *Cucurbita ecuadorensis* (Paran وآخرون ١٩٨٩).

وباختبار ستة أصناف من *C. pepo* حصلت على مقاومتها للفيرس إما بتحويلها وراثيًّا بنقل جين الغلاف البروتينى للفيرس إليها بطرق الهندسة الوراثية وإما من *C. moschata*، أو *C. ecuadorensis* بطرق التربية العادية .. كانت جميعها عالية المقاومة لسلالة فلوريدا من الفيرس، ولكنها تباينت فى مدى مقاومتها لسلالات من الفيرس حُصِلَ عليها من مناطق جغرافية أخرى (Robinson & Provvidenti ١٩٩٧). ويستفاد

من هذه الدراسة عدم التسليم بحتمية مقاومة الأصناف المقاومة — التى أنتجت فى مناطق أخرى من العالم — للسلالات المحلية من الفيرس.

٥- إكساب النباتات مناعة ضد الفيرس بحقنها (عدواها) بسلالات ضعيفة منه: أمكن حماية نباتات الكوسة من الإصابة الشديدة بالمرض بحقنها — أى بعدواها بسلالة ضعيفة من الفيرس ذاته اكتشفت فى فرنسا. أعطيت هذه السلالة الاسم ZYMV-WK بسبب ضعفها (Week Strain=WK) فى إحداث أعراض المرض حتى ولو بدأت الإصابة بالفيرس فى طور البادرة (Lecoq وآخرون ١٩٩١). كذلك أثبتت هذه السلالة فاعليتها فى الحماية من الإصابة الشديدة بالمرض فى كل من الخيار، والقاوون والكوسة فى تايوان، وكانت فعّالة ضد سلالات قوية من الفيرس حُصل عليها من كونكتكت، وفلوريدا، وفرنسا، وتايوان (Wang وآخرون ١٩٩١)، وكذلك أثبتت فاعليتها فى الحماية من الفيرس فى القاوون فى كاليفورنيا (Perring وآخرون ١٩٩٥).

وقد أوضحت دراسات Spence وآخرون (١٩٩٦) أن حقن (عدوى) نباتات الكوسة بالسلالة الضعيفة من الفيرس كان مصاحبًا بنقص فى المحصول تراوح بين ٤٪، و ٣٨٪. وبينما لم تظهر أى أعراض للإصابة بالفيرس على ثمار النباتات التى حُقنت بالسلالة الضعيفة، فإن الأعراض الطفيفة التى ظهرت على الأوراق ظلت كذلك حتى نهاية الموسم. وظهرت الحماية التى وفرتها السلالة الضعيفة عندما حدثت إصابة طبيعية شديدة بالفيرس، حيث ظلت الثمار خالية من أية أعراض للإصابة، وظلت أعراض الأوراق طفيفة كما هى، بينما كانت الأعراض على النباتات التى لم تلقح بالسلالة الضعيفة شديدة على كل من الأوراق والثمار إلى درجة أنها لم تكن صالحة للتسويق.

فيروسا تبقع الباباظ الحقلى وموزايك البطيخ فى القرعيات

تتبع فى مكافحة فيروسا تبقع الباباظ الحلقى/سلالة البطيخ، وموزايك البطيخ الأساليب ذاتها التى تتبع فى مكافحة فيرس موزايك الزوكينى الأصفر، والتى أسلفنا الإشارة إليها، ونؤكد على بعض تلك الأساليب — فيما يخص هذين الفيروسين — فيما يلى:

١- زراعة الأصناف المقاومة:

تتوفر المقاومة لكلا الفيروسين فى الخيار. كما فى الصنف سويت سلايس Sweet Slice.

٢- مكافحة حشرة المنّ الناقلة للفيرس بالمبيدات والزيوت المعدنية:

لا تفيد المبيدات التى تقتل بالملامسة فى تقليل شدة الإصابة بالفيرس لأن الحشرة تنقل الفيرس إلى النبات قبل أن تُقتل بفعل المبيد، إلا أن المبيدات الجهازية يمكن أن تقلل الانتشار الثانوى للفيرس فى الحقل ذاته بمنع تكاثر الحشرة الناقلة له على النباتات المصابة.

أمكن تأخير تقدم الإصابة بالفيروسات: موزايك الزوكينى الأصفر، وتبقع البابا ظ الحلقى، وموزايك البطيخ (وجميعها من فيروسات مجموعة البوتى Potyviruses التى تنتقل بواسطة المنّ) .. أمكن تأخير تقدم الإصابة بها — ووصولها إلى نسبة ٥٠٪ إصابة — بمقدار ٥-٧ أيام، وذلك برش النباتات بالزيت المعدنى JMS Stylet Oil. وقد كانت أضرار الإصابات الفيروسية فى النباتات المعاملة بالزيت المعدنى أقل جوهريًا مما فى نباتات الكنترول. هذا بينما لم تؤثر المعاملة بالمبيد إندوسلفان Endosulfan على انتشار هذه الفيروسات (Webb & Linda ١٩٩٣).

٣- زراعة حزام من النباتات الجاذبة للمنّ حول حقل الزراعة:

أدت زراعة حزام من الدُخن Millet حول حقول زراعة الكوسة إلى خفض إصابتها بكلا الفيروسين.

٤- استعمال أغطية التربة العاكسة للضوء:

أدى استعمال أى من أغطية التربة العاكسة للضوء (الألومنيومية أو البلاستيكية البيضاء، أو الزرقاء، أو البنية اللون) إلى خفض شدة الإصابة بفيروسات الموزايك فى الكوسة (Chalfant وآخرون ١٩٧٧، و Conway وآخرون ١٩٨٩).

وقد قارن Pinese وآخرون (١٩٩٤) تأثير أغطية التربة العاكسة للضوء، مع كل من الرش بالمبيدات، والرش بالزيوت المعدنية. أو الجمع بين أكثر من معاملة منها على إصابة الكوسة بفيرس تبقع البابا ظ الحلقي. ووجدوا ما يلي:

أ- أدى استعمال أغطية التربة البلاستيكية الفضية اللون إلى خفض نسبة المخاطرة Hazard Ratio بالإصابة بالفيرس إلى ٠,٣٢، مقارنة بنسبة مخاطرة مقدارها واحد صحيح فى الكنترول.

ب- تساوت معاملة الجمع بين الرش بالزيت المعدنى ألبارول Albarol بنسبة ١٪، والرش بالمبيد الحشرى ميتاسيستوكس ٢٥٠ Metasystox 250 مع معاملة الغطاء الفضى العاكس للضوء فى خفض نسبة المخاطرة بالإصابة بالفيرس.

جـ - كانت أكثر المعاملات فاعلية هى الجمع بين الغطاء الفضى اللون للتربة والرش بكل من الزيت المعدنى والمبيد، حيث أدت إلى خفض نسبة المخاطرة إلى ٠,١٦، ومضاعفة محصول الثمار الخالية من أعراض الإصابة، وزيادة عدد مرات الحصاد إلى أكثر من الضعف مقارنة بمعاملة الشاهد.

د- كان الغطاء البلاستيكى الأسود للتربة — منفردًا — فعّالاً جزئيًّا، حيث قلل نسبة المخاطرة إلى ٠,٦٦، وكان هذا التأثير جوهريًّا مقارنة بالكنترول.

هـ- لم تكن الأغطية البلاستيكية الزرقاء والرمادية اللون مؤثرة فى خفض شدة الإصابة بالفيرس، حيث كانت نسبة المخاطرة معهما ٠,٨٦، و ٠,٩٩ على التوالى.

و- كان الزيت المعدنى ألبارول أكثر فاعلية من الزيت لوفس Lovis حينما استعمل أى منهما مع المبيد ميتاسيستوكس ٢٥٠، حيث كانت نسبة المخاطرة ٠,٢٦، و ٠,٤٦ فى المعاملتين على التوالى.

٥- إكساب النباتات مناعة ضد الفيرس بحقنها (عدواها) بسلالات ضعيفة منه:

أمكن الحد من الإصابة بالسلالات عالية الضراوة من فيروسات: موزايك الخيار، وموزايك الزوكينى الأصفر، وموزايك البطيخ رقم ٢ — تحت ظروف الإصابة الشديدة فى الحقل — وذلك بتلقيح (عدوى) نباتات الخيار مسبقاً بسلالات مُضعَفَة (attenuated) من فيروسين أو أكثر من تلك الفيروسات، وكانت العدوى بفيروسين أو أكثر من الفيروسات المُضعَفَة أفضل من العدوى بفيرس واحد مُضعف فى توفير الحماية من الإصابة الشديدة المختلطة بالفيروسات الثلاثة (Kosaka & Fukunishi ١٩٩٧).

كذلك أدى تلقيح نباتات الكوسة بسلالة ضعيفة من فيرس تبقع البباظ الحلقى قبل

عدواها بسلالة عالية الضراوة من الفيرس بمدة ١٠ أو ٢٠ يومًا إلى حماية النباتات من مضاعفات الإصابة الشديدة بالسلالة العالية الضراوة من الفيرس ذاته، بينما لم تكن للسلالة الضعيفة أية تأثيرات سلبية ملحوظة على النباتات. وقد ازدادت أعداد الثمار الصالحة للتسويق فى النباتات التى تم عدواها بالسلالة الضعيفة من الفيرس بنسب تراوحت بين ٣٢٧٪ و ٦٣٣٪ مقارنة بما أنتجته نباتات الكنترول، بينما لم ينخفض المحصول فيها إلا بنسبة ١٠٪ فقط عن النباتات السليمة التى لم تتعرض للإصابة الفيروسية (Rezende & Pacheco ١٩٩٨).

فيرس بقع القاوون المتحللة فى القرعيات

يكافح فيرس بقع القاوون المتحللة melon necrotic spot virus بمراعاة ما يلى:

١- عدم استعمال بذور ملوثة أو مصابة بالفيرس فى الزراعة.

٢- تطهير البذور من الفيرس كإجراء وقائى:

أدت معاملة البذور (المستخلصة من نباتات مصابة بالفيرس) بالأحماض إلى تخليصها من جزيئات الفيرس المحمولة سطحيًا عليها، ولكن استمر تواجد بعض جزيئات الفيرس القادرة على إحداث الإصابة — بتركيز منخفض — فى الغلاف البذرى، وكان انخفاض التركيز إلى درجة لم يمكن معها الكشف عن وجود الفيرس باختبار الإليزا ELISA. ونادرًا ما يصيب الفيرس — المحمول بالبذور — البادرات إلا إذا تواجد الفطر الناقل للفيرس فى التربة، والذى يساعد فى نقل الفيرس، فيما يعرف باسم: "الانتقال البذرى المُساعَد بالكائن الناقل Vector-Assisted Seed Transmission". وقد تراوحت نسبة البذور التى حملت الفيرس داخليًا — والتى يمكن تخليصها من الفيرس بالمعاملة بالأحماض — بين ٠,١٪ و ٥,٣٪ على أساس اختبارات النقل المُساعَد بالفطر. أما الفيرس المحمول خارجيًا — والذى أمكن التخلص منه بالمعاملة بالأحماض — فيمكن أن تصل نسبة البذور الملوثة به إلى أكثر من ٥٠٪ (Campbell وآخرون ١٩٩٦).

٣- تعقيم وسائد الصوف الصخرى — المستعملة فى الزراعات اللاأرضية — بالبخار قبل إعادة استعمالها (Bos وآخرون ١٩٨٤).

٤- يمكن التخلص من الفطر *Olpidium radicale* — ناقل الفيروس — تمامًا — بتعقيم التربة ببروميد الميثايل — وبدرجة أقل — بالتشميس solarization، وبالفورمالدهيد، والفابام. ولكن لا تفيد أي من المعاملات في الحد من شدة أعراض الإصابة بالفيروس عند تواجده في بيئة الزراعة (Gomez وآخرون ١٩٩٣).

٥- زراعة الأصناف المقاومة، وهي تتوفر في طراز الجاليا من القاوون، مثل أصناف: أيديال Ideal، وبريمال Primal، وفيكار Vicar.

٦- الزراعة على الأصول المقاومة، مثل أصل الكوسة المنيع شنتوزا ٢ Shintoza II، حيث أدى استعماله كأصل للقاوون في تربة ملوثة بالفيروس إلى عدم ظهور أعراض الإصابة، كما لم يمكن عزل الفيرس من النباتات (Yoshida & Goto ١٩٨٧). كذلك يفيد تطعيم الخيار على الأصل المنيع *Cucurbita ficifolia* (Bos وآخرون ١٩٨٤).

٧- إضافة المادة الناشرة Agral إلى المحاليل المغذية في المزارع المائية (Bos وآخرون ١٩٨٤):

أدت إضافة المادة الناشرة Agral (وهي: alkyl phenol ethylene oxide) بتركيز ٢٠ ملليجرامًا/لتر من معلق الجراثيم السابحة للفطر *O. radicale* إلى قتل تلك الجراثيم في أقل من خمس دقائق، كما أدى استعمال هذه المادة بالتركيز ذاته إلى منع ظهور المرض في المزارع المائية للخيار (Tomlinson & Thomas ١٩٨٦).

الفصل الثانى عشر

المكافحة المتكاملة للأمراض النيماتودية

أسلفنا الإشارة فى فصول القسم الأول من هذا الكتاب إلى عديد من الوسائل لمكافحة الأمراض النيماتودية ضمن مناقشتنا لأساليب مكافحة مختلف الأمراض والآفات، ونخص بالإشارة الفصول الخاصة بالأساليب الزراعية، والمكافحة الحيوية للأمراض، وبدائل المبيدات، والمبيدات. ونُفصِّل فى هذا الفصل كافة الطرق المستعملة فى مكافحة النيماتودا على وجه الخصوص.

الدورة الزراعية

تفيد الدورة الزراعية المناسبة فى خفض أعداد النيماتودا فى التربة. ويجب تخطيط الدورة بحيث يزرع أكثر المحاصيل الاقتصادية قابلية للإصابة عندما يكون تعداد النيماتودا منخفضًا. ففى بداية موسم الزراعة ينمو هذا المحصول بصورة جيدة لضعف إصابته، لكن مع نهاية الموسم نجد أن تعداد النيماتودا فى التربة يكون قد تضاعف عدة مرات. فإذا أعقبت ذلك زراعة صنف أو محصول مقاوم ينخفض تعداد النيماتودا مرة أخرى، وهكذا.

ومن النباتات المنيعة أو التى على درجة عالية من المقاومة لمختلف أنواع النيماتودا والتى يمكن إدخالها فى الدورة لمقاومة تلك الأنواع — ما يلى (عن Sasser وآخرين ١٩٨٢).

النيماتودا	النباتات المقاومة أو المنيعة لها
Belonolaimus	البطيخ
Criconemoides ornatus	القطن، وفول الصويا
Ditylenchus destructor	الجزر، والترمس
Ditylenchus dipsaci	الشعير، والذرة، والشوفان، والبيقة، والجزر، والبنجر
Globodera pallida	الشوفان

النيماتودا	النباتات المقاومة أو المنيعة لها
Globodera rostochiensis	الشوفان
Helicotylenchus	الكاسافا
Heterodera schachtii	البصل، والفاصوليا
Hoplolaimus columbus	البطاطا
Meloidogyne arenaria	
سلالة ١	القطن
سلالة ٢	القطن، والفول السودانى، والفلفل
Meloidogyne hapla	القطن، والبطيخ، والذرة، وكل النجيليات تقريبًا، وكل النرجيسيات ما عدا البصل
Meloidogyne incognita	الشعير
سلالة ١	الفول السودانى، والقطن
سلالة ٢	الفول السودانى، والقطن
سلالة ٣	الفول السودانى
سلالة ٤	الفول السودانى
Meloidogyne javanica	القطن، والفول السودانى، والفلفل، والفراولة
Meloidogyne naasi	البطاطس، والشوفان، والذرة
Nacobbus sberrans	الذرة، والقمح، والشوفان، والشعير، والبرسيم الحجازى، والبرسيم، والبصل
Paratrichodorus christiei	الفول السودانى، وفول الصويا
Pratylenchus coffeae	الفول السودانى
Pratylenchus indicus	السمسم، والشعير، والقمح
Radopholus	الكاسافا، وقصب السكر
Radopholus similis	البطاطا، والفجل
Rotylenchulus	حشيشة برمودا، والشوفان، والذرة، ، والفول السودانى
Rotylenchulus reniformis	الذرة، والذرة الرفيعة
Xiphinema americanum	الذرة الرفيعة، والشيلم
Xiphinema diversicaudatum	الشعير، والبطاطس، وبنجر السكر، والكرنب، والقمح، والفاصوليا

ولتخطيط دورة زراعية مناسبة بهدف مكافحة الآفات النيماتودية، يتعين مراعاة ما يلى:

١- التعرف أولاً على النوع أو الأنواع النيماتودية المسببة للمشاكل فى المزرعة.

٢- توجيه الاهتمام نحو أكثر الأنواع إضرارًا بالمحاصيل المزروعة.

٣- عدم زراعة المحصول الأساسى القابل للإصابة فى نفس الحقل أكثر من مرة واحدة كل ثلاث سنوات.

٤- يختار أكثر الأنواع المقاومة — لنوع النيماتودا الذى يراد مكافحته — لإدخاله فى الدورة، مع مراعاة أن يكون محصولاً اقتصاديًا فى منطقة الزراعة.

٥- يجب أن تأتى زراعة المحصول المقاوم — فى الدورة — قبل المحصول الأساسى القابل للإصابة.

٦- فحص جذور النباتات أثناء نموها بصفة دورية للتأكد من مدى فاعلية الدورة. ومدى صلاحية الأنواع التى أدخلت فى الدورة لأجل مكافحة النيماتودا، ومدى ظهور أنواع جديدة خطيرة من النيماتودا بعد مكافحة النوع الذى كان سائدًا.

ويلاحظ من القائمة التى سبق بيانها أن الفول السودانى والنجليات بمختلف أنواعها من الأنواع المحصولية المقاومة لعديد من الأنواع النيماتودية، والتى يمكن الاعتماد عليها فى الدورة لمكافحة تلك النيماتودا.

وبالمقارنة .. نجد أن نيماتودا تعقد الجذور يمكنها إصابة نحو ٢٠٠٠ نوع نباتى؛ ولذا .. فإن مكافحتها عن طريق اتباع دورة زراعية مناسبة أمر يصعب تحقيقه؛ وإن لم يكن مستحيلاً. فمثلاً .. كان نمو الخيار ومحصوله جيدين عندما زرع بعد أحد أصناف الطماطم المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور فى حقل موبوء بشدة بالنيماتودا (Hanna وآخرون ١٩٩٤).

كذلك أمكن الاستفادة من زراعة الأصناف عالية المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita*، مثل صنف الفلفل Charleston Belle فى خفض أعداد النيماتودا فى التربة إلى درجة سمحت بإنتاج محصول ناجح تقل فيه الإصابة بشدة فى

عروة تالية لعروة زراعة الفلفل، وذلك من محاصيل قابلة للإصابة مثل الخيار والكوسة (Thies وآخرون ٢٠٠٤).

وبالمقارنة فإن مدى عوائل نيماتودا بنجر السكر المكونة للحوصلات *Heterodera schachtii* قليل؛ حيث يقتصر على أنواع محصولية معدودة، تشمل — إلى جانب بنجر السكر — كلا من: بنجر المائدة، وبنجر العلف، والصليبيات، والسبانخ؛ ولذا .. فإن اتباع دورة زراعية لا تزرع فيها تلك الأنواع المحصولية القابلة للإصابة أكثر من مرة واحدة فى نفس الأرض كل ٣-٦ سنوات يفيد كثيرًا فى مكافحة هذه الآفة (عن Mckenry & Roberts ١٩٨٥).

تعقيم (أو بسترة) التربة بالتشميس

أدت بسترة التربة بالتشميس solarization إلى حماية الثوم خلال كل مراحل نموه من الإصابة بالنيماتودا *Ditylenchus dipsaci* فى تربة ملوثة بشدة بها فى إسرائيل. وفى إيطاليا أدى تشميس التربة لمدة ٤، و ٦، و ٨ أسابيع إلى التخلص من ٩٠٪، و ٩٤٪، و ٩٨٪ — على التوالى — من *D. dipsaci*.

كذلك أعطى تشميس التربة مكافحة جيدة لنيماتودا الحوصلات، والنيماتودا الكلوية *Rotylenchulus reniformis*.

وعلى الرغم من أن تشميس التربة يقضى — كذلك — على نيماتودا تعقد الجذور، إلا أنه تحدث إصابات متأخرة — لا تؤثر كثيرًا فى المحصول — وذلك عند نمو الجذور إلى الأعماق التى لم تتأثر فيها النيماتودا بعملية التشميس.

وبصورة عامة .. تعيش النيماتودا فى الطبقة السطحية من التربة وحتى عمق ٤٠-٥٠سم، بينما لا ترفع عملية التشميس حرارة التربة إلى درجة قاتلة للنيماتودا لعمق يزيد عن ٣٠ سم (Lamberti & Greco ١٩٩١ — FAO Production and Protection Bulletin 109 — الإنترنت).

الإضافات العضوية للتربة

تلعب الإضافات العضوية إلى التربة دورًا هامًّا فى تقليل أعداد النيماتودا فيهـا، وفـى خفض شدة الإصابات النيماتودية. ولا شك فـى أن للإضـافات العضـوية تـأثيرات بالغـة على نشاط الكائنات الدقيقة فى التربة، بما توفره لها من مصادر للطاقـة، وبمـا تحتويـه من كائنات دقيقة كثيرة ومتنوعة. ويكون لهذه الكائنات الدقيقة أثرها الكبير فـى تنشـيط مختلف عناصر المكافحة البيولوجية فى التربة.

ومن بين الإضافات العضوية التى أحدثت نقصًا فى أعداد النيمـاتودا فـى التربة ما يلى (عن Palti ١٩٨١):

نوع الإضافات العضوية	الأنواع النيماتودية التى تأثرت بها
مخلفات المجارى sewage sludge	*Meloidogyne incognita*
البرسيم الحجازى، والكتان (نموات خضرية جافة)	*M. incognita*
نشارة الخشب	*M. javanica*
	Heterodera tabacum
الأوراق النباتية + كبريتات الأمونيوم	*Pratylenchus penetrans*
الأوراق النباتية، ومخلفات المجارى	*Hoploaimus tylenchiformis*
	Xiphinema americanum
بقايا الهيفات الفطرية من إنتاج مضادات	*Pratylenchus penetrans*
الحيوية، ومخلفات السليلوز من صناعة الورق	*Tylenchorhynchus dubius*
كسب بذور المسترد المتبقى بعد عصر الزيت منها	*Helicotylenchus* sp.
	Tylenchorhynchus sp.
	Meloidogyne sp.
الشوفان وحشيشة السودان	*Pratylenchus penetrans*
مخلفات المجارى المعالجة	*Belonolaimus longicaudatus*
كسب بذور الخروع المتبقى بعد عصر الزيت منها	*Tylenchulus semipenetrans*

كذلك تلعب نباتات حشيشة السودان *Sorghum sudanese* — عند قلبها فـى التربـة كسماد أخضر — دورًا فى الحد من نشاط نيماتودا تعقد الجذور *M. hapla* والإصابة بها؛ بسبب أيون السيانات CN^- الـذى ينـتج عنـد تحلـل ذلـك النبـات الـذى يحتـوى علـى الجلوكوسيد السيانوجينى dhurrin (Widmer & Abawi ٢٠٠٠).

زراعة النباتات المضادة للنيماتودا

أدت زراعة القطيفة marigold (الأنواع: *Tagetes patula*، و *T. ereca*، و *T. signata*) قبل الطماطم إلى خفض إصابتها بالعقد الجذرية وتقليل أعداد يرقات الطور الثانى من كل من *Meloidogyne incognita*، و *M. javanica*، و *M. arenaria*، و *M. hapla*. وبينما لم يكن لأى من أنواع القطيفة تأثيرات سامة على الطماطم، فإن أصنافها تباينت فى تأثيرها على النيماتودا، حيث أمكن لأنواع النيماتودا الأربعة التكاثر على الصنف Tangerine Gem من *T. signata*، بينما أمكن لعديد من الأصناف من *T. patula*، و *T. erecta* تثبيط تكوين العقد الجذرية وتكاثر النيماتودا على الطماطم لمستويات جيدة (Ploeg ١٩٩٩).

كما أدت زراعة أى من الطماطم أو الكنتالوب بعد القطيفة marigold (*T. patula*) فى أرض كانت موبوءة بنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* إلى خفض إصابتهما بالنيماتودا وزيادة محصوليهما بدرجة عالية (Ploeg ٢٠٠٢).

كذلك أدت زراعة نوع الفلفل *Capsicum chinense* المقاوم لنيماتودا تعقد الجذور مع الطماطم أو الفلفل القابل للإصابة فى تربة ملوثة بالنيماتودا *M. incognita* إلى حمايتها من الإصابة بها (Peterson & Harrison ٢٠٠٢).

زراعة الأصناف المقاومة

تتوفر المقاومة الوراثية ضد عديد من الأنواع النيماتودية فى عديد من محاصيل الخضر.

وإلى جانب الأصناف المقاومة المنتجة بطرق التربية الكلاسيكية فقد أدى تحويل الطماطم وراثيًا لتشفر لتمثيل البروتين Cry6A (والمتحصل على الجين الخاص به من البكتيريا *Bacillus thuringiensis*) إلى جعلها مقاومة لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* (Li وآخرون ٢٠٠٧).

هذا .. ويُستدل من الدراسات التى أجريت على صنف من الطماطم مقاوم لنيماتودا

تعقد الجذور من النوع *M. incognita*، ولكنه قابل للإصابة بالنوع *M. hapla* أن العدوى – بأى من النوعين – تستحث فى النباتات مقاومة جهازية أو قابلية للإصابة جهازية – فى الحالتين على التوالى – تظهر عند العدوى – لاحقًا – بالنوع الآخر من النيماتودا (Ogallo & McClure ١٩٩٦).

المعاملة الحرارية للتقاوى

تفيد المعاملة الحرارية للتقاوى – سواء أكانت بذورًا، أم أجزاء خضرية – فى تخليصها من الآفات النيماتودية؛ ومن أمثلة ذلك تلك الموضحة فى جدول (١٢–١) عن Sasser وآخرين (١٩٨٢).

جدول (١٢–١): المعاملات الحرارية (بالماء الساخن) لتخليص التقاوى من الآفات النيماتودية.

المحصول ونوعية التقاوى	المعاملة الحرارية: الحرارة (م)	المعاملة الحرارية: المدة (دقيقة)	الأنواع النيماتودية التى يتم التخلص منها
جذور البطاطا	٥٠	٣–٥	*Meloidogyne* spp.
	٤٦,٨	٦٥	*Meloidogyne* spp.
جذور الفراولة	٥٢,٨	٥	*Meloidogyne* spp.
	٤٩,٤	٧	*Pratylenchus penetrans*
	٤٨	١٥	*Ditylenchus dipsaci*
	٥٠–٥٢	٥–٧	*Ditylenchus dipsaci*
	٤٦–٤٧	١٣–١٥	*Aphelenchoides fragariae*
درنات البطاطس	٤٦–٤٧,٥	١٢٠	*Meloidogyne* spp.
	٥٢	١٥–٢٠	*Pratylenchus coffeae*
	٥٣	١٠–١٥	*Pratylenchus coffeae*
درنات اليام	٥١	٣٠	*Meloidogyne* spp.
	٥٠–٥٥	٤٠	*Scutellonema bradys*
أصول الموالح	٤٩	١٠	*Tylenchulus semipenetrans*

تابع جدول (١٢-١).

المحصول ونوعية التقاوى	المعاملة الحرارية: الحرارة (م)	المعاملة الحرارية: المدة (دقيقة)	الأنواع النيماتودية التى يتم التخلص منها
	٤٦,٧	١٠	*Tylenchulus semipenetrans*
	٤٥	٢٥	*Tylenchulus semipenetrans*
	٥٠	١٠	*Radopholus similes*
كورمات الموز	٥٥	٢٠	*Helicotylenchus multicinctus*
	٥٥	٢٠	*Pratylenchus brachyurus*
	٥٥	٢٠	*Radopholus* spp.
	٥٥	٢٠	*Pratylenchus* spp.
	٥٥	٢٠	*Helicotylenchus* spp.
بذور الأرز	٥٢	١٠	*Aphelenchoides besseyi*
أصول الخوخ	٥٠-٥١,١	٥-١٠	*Meloidogyne* spp.
أصول العنب	٥٢,٧	٥	*Meloidogyne* spp.
	٥٤,٤	٣	*Meloidogyne* spp.
	٤٧,٨	٣٠	*Meloidogyne* spp.
	٥٠	١٠	*Meloidogyne* spp.
	٥٢	٥	*Xiphinema index*
	٥٢	١٠	*Xiphinema index*

المكافحة الحيوية

تتنوع الكائنات المستخدمة فى المكافحة الحيوية للنيماتودا على النحو التالى:

مكافحة النيماتودا بالبكتيريا

تتباين الأنواع البكتيرية التى تفيد فى مكافحة النيماتودا، كما يلى:

البكتيريا Bacillus thuringiensis:

تمكن Zuckerman وآخرون (١٩٩٣) من عزل سلالة من هذه البكتيريا (أعطيت الرمز CR-371) أعطت نتائج جيدة عند استعمالها فى مكافحة عدة أنواع نيماتودية، هى:

النوع	الاختبار
Caenorhabditis elegans	فى بيئة صناعية
Meloidogyne spp.	على الطماطم فى الصوبة
Meloidogyne incognita	على الطماطم والفلفل فى الحقل
Rotylenchulus reniformis	على الطماطم والفلفل فى الحقل
Pratylenchus penetrans	على الفراولة فى الصوبة

وقد أجريت المعاملة بهذه البكتيريا إما بإضافتها إلى التربة — فى صورة معلق إلى جانب النباتات، وإما بإضافتها إلى غلاف للبذرة من المثيل سيليلوز methylcellulose. وقد تساوت الطريقتان من حيث فاعليتهما فى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور فى الطماطم.

بكتيريا المحيط الجذرى:

من أمثلة بكتيريا المحيط الجذرى rhizosphere bacteria ما يلى:

- تتطفل البكتيريا *Bacillus penetrans* على بيض النيماتودا وأطوارها اليرقية.
- يُفيد استخدام الأكتينوميسيتات actinomycetes (مثل *Streptomyces* sp.) فى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور (Chubachi وآخرون ١٩٩٩).
- أظهرت الدراسات أن السلالة G12 من *Rhizobium etli* — وهى من البكتيريا التى تعيش فى المحيط الجذرى للنباتات — تستحث مقاومة جهازية فى البطاطس ضد الإصابة بنيماتودا تحوصل البطاطس *Globodera pallida*، كذلك أعطت الخلايا المقتولة للبكتيريا تأثيرات مماثلة، وتبين أن البكتيريا تنتج lipopolysaccharides هى التى تعمل كعامل حاث لبدء تكوين المقاومة الجهازية فى جذور البطاطس (Reitz وآخرون ٢٠٠٠).
- يستدل من الدراسات التى أجريت باستعمال البكتيريا *Pseudomonas oryzihabitans* أنها يمكن أن تفيد فى المكافحة الحيوية لنيماتودا تعقد الجذور (Samaliev وآخرون ٢٠٠٠).
- أمكن الحصول على مكافحة جيدة لنيماتودا تعقد الجذور — تماثل المكافحة المتحصل عليها عن طريق المعاملة بتبخير التربة بالمبيدات — بالجمع بين البسترة

بالأشعة الشمسية solaraization وإضافة المبيد النيماتودى الحيوى BioNem الذى يحتوى على ٣٪ جراثيم مجففة lyophilized للبكتيريا *Bacillus firmus* (Giannakou وآخرون ٢٠٠٧).

● وجد أن نحو ٨٪ من الأنواع البكتيرية التى تتواجد فى المحيط الجذرى للنباتات ذات نشاط مضاد للنيماتودا، ومنها .*Pseudomonas* spp (مثل *P. aeruginosa*)، و *Bacillus subtilis*، و *Bacillus firmus*، وجميعها تقلل فقس بيض النيماتودا وتزيد من معدلات موتها، وتخفض قدرتها على اجتياح الجذور. وربما تفرز هذه البكتيريا سمومًا أو تغير من الإفرازات النباتية الجذرية؛ بما يجعلها أقل جاذبية للنيماتودا (عن Giannakou وآخرين ٢٠٠٧).

مكافحة النيماتودا بالفطريات المفترسة

من هذه الفطريات ما يلى:

١- *Arthobotrys oligospora*:

يكون الفطر شبكة كثيفة لزجة تحيط بالأطوار الدودية vermiform stages للنيماتودا.

٢- *Dactylaria candida*:

يكون الفطر حلقات ثلاثية الخلايا وعقدًا لزجة تكون بمثابة شراك للأطوار الدودية.

٣- *Dactylaria brochopaga*:

يكون الفطر حلقات ثلاثية الخلايا تكون بمثابة شراك للأطوار الدودية.

● وقد أظهر الفطر *A. oligospora* قدرة أكبر على مقاومة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. عن الفطر *Paecilomyces lilacinus*، وكذلك عن الفطرين *Pasteuria penetrans*، و *Hirsutella rhossiliensis* (Amin ٢٠٠٠).

مكافحة النيماتودا بالميكوريزا

من الأمثلة على مكافحة النيماتودا بالميكوريزا ما يلى:

● يفيد استعمال الميكوريزا *Trichoderma harzianum* فى المكافحة الحيوية لنيماتودا تعقد الجذور، حيث يستعمر الفطر كلا من بيض النيماتودا ويرقاتها فى طور الانسلاخ الثانى (Sharon وآخرون ٢٠٠١).

● أدت المعاملة بفطر الميكوريزا Glomus mosseae قبل ثلاثة أسابيع من عدوى الطماطم بنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* إلى خفض الأضرار التى أحدثتها النيماتودا وذلك من خلال تحفيز النمو الذى أحدثه استعمار الميكوريزا للجذور (Talavera وآخرون ٢٠٠١).

مكافحة النيماتودا بالفطريات الأخرى المتطفلة

من هذه الفطريات ما يلى:

١- *Catenaria* spp.:

تهاجم جراثيم الفطر السابحة zoospores الوحيدة الهدب الأطوار الدودية للنيماتودا.

٢- *Harposporium anguillulae*:

تقوم الأطوار اليرقية بتناول جراثيم الفطر ضمن غذائها؛ لتتطفل عليها بعد ذلك.

٣- *Dactylella oviparasitica*:

يتصل الفطر ببيض النيماتودا ويخترقه، وخاصة بيض نيماتودا تعقد الجذور.

٤- *Nematophthora gynophila*:

يتطفل الفطر على إناث نيماتودا الحوصلات، وتتواجد جراثيم الفطر الساكنة فى الحوصلات الناضجة للنيماتودا (عن Mckenry & Roberts ١٩٨٥).

٥- *Paecilomyces lilacinus*:

يعد هذا الفطر — حاليًا — أهم الكائنات المستخدمة فى المكافحة البيولوجية لكل من نيماتودا تعقد الجذور ونيماتودا الحوصلات، وقد كان اكتشافه بواسطة إخصائيى النيماتودا فى مركز البطاطس الدولى فى بيرو؛ حيث وجد متطفلاً — فى أحد الحقول — على بيض نيماتودا تعقد الجذور.

وتبين أن إصابة بيض نيماتودا تعقد الجذور بالفطر تقضى عليه خلال خمسة أيام. وتحت ظروف الحقل أصاب الفطر نحو ٨٦٪ من كتل البيض المجموعة من جذور

النباتات المعاملة بالفطر، وقضى على أكثر من ٥٤٪ من البيض فيها؛ مما أدى إلى نقص كبير في أعداد بيض النيماتودا في التربة في الموسم الأول من المعاملة.

وقد وجد أن الفطر ينتشر بسرعة كبيرة في التربة المعاملة، وينتشر منها إلى القطع المجاورة، ويتطفل على كل ما يقع في طريقه من بيض لنيماتودا تعقد الجذور، لدرجة أنه لم يمكن العثور على أية نيماتودا في الحقول التي عوملت بالفطر بعد ثلاث سنوات من المعاملة. ولم يمكن إعادة عدوى هذه الحقول بنيماتودا تعقد الجذور بعد تلك الفترة التي ثبّت الفطر وجوده فيها (Jatala ١٩٨٥).

ومن بين الأمثلة على مكافحة النيماتودا بالفطريات المتطفلة ما يلي:

- أمكن مكافحة النيماتودا *Rotylenchulus reniformis* في الطماطم — تحت ظروف كلا من الزراعات المحمية والحقلية — بواسطة الفطر *Paecilomyces lilacinus* (Walters & Barker ١٩٩٤).

- وفي سرى لانكا نجح هذا الفطر (*P. lilacinus*) في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* مثلما نجح مبيد الكاربوفوران Carbofuran (Ekanayake & Jayasundara ١٩٩٤).

- وقد حصل على نتائج جيدة كذلك عندما استخدم الفطر في مكافحة النيماتودا الذهبية (نيماتودا البطاطس المكونة للحوصلات) *Globodera rostochiensis*، وأيضًا *G. pallida*، حيث تطفل الفطر بكفاءة عالية على بيض النيماتودا، وقضى على نسبة كبيرة منه.

- تكافح النيماتودا *M. incognita* بيولوجيًّا باستعمال الفطر *P. lilacinus* بكفاءة عالية تعادل كفاءة استعمال المبيدات (Noe & Sasser ١٩٩٥).

- وجد أن نمو نباتات الطماطم التي تم عدوها بينماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* لم يتأثر بالنمياتودا عندما عوملت النباتات — كذلك — بكل من الفطرين *Beauveria bassiana*، و *Paecilomyces lilacinus* اللذان قللا من أعراض تعقد الجذور وتكوين كتل البيض، كما تطفلا على أكثر من ٩٠٪ من بيض النيماتودا. وبالمقارنة ..

فإن المعاملة بالفطر *Verticillium lecanii* لم تحسن النمو النباتى فى وجود النيماتودا ولم تقلل جوهريًّا من أعراض العقد الجذرية أو أعداد كتل البيض (Saikia ١٩٩٨).

● كذلك كوفحت النيماتودا *M. hapla* فى الخس باستعمال أى من *Hirsutella rhossiliensis*، أو *Verticillium chlamydosporium* فى المكافحة الحيوية (Viaene & Abawi ٢٠٠٠).

● يفيد الفطر الإجبارى التطفل *Pasteuria penetrans* فى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور، ويوصى به لجعل التربة مثبطة للنيماتودا (عن Giannakou وآخرين ٢٠٠٧).

مكافحة النيماتودا بكائنات دقيقة متنوعة

من الأمثلة على ذلك ما يلى:

● أدى غمس جذور الفلفل فى معلق للبكتيريا *Pseudomonas aeruginosa* إلى مكافحة إصابة الجذور بكل من *Fusarium solani*، و *Rhizoctonia solani*. و *Meloidogyne javanica* وذلك بصورة جوهرية، كما أدى غمس الجذور فى معلق للبكتيريا مع *Trichoderma harzianum* إلى إحداث أكبر قدر من المكافحة للنيماتودا *M. javanica*. هذا مع العلم أن الإصابة بكل مع *M. phaseolina*، و *R. solani* كانت أكبر فى الأراضى الملوثة بالنيماتودا *M. Javanica* عما فى الأراضى غير الملوثة. وإلى جانب تأثيرهما فى مكافحة مسببات أمراض الجذور، فقد أدت المعاملة المشتركة بكل من البكتيريا *P. aeruginosa* والتريكوديرما *T. harzianum* إلى زيادة للنمو النباتى بصورة جوهرية (Siddiqui وآخرون ١٩٩٩).

● أفادت فى المكافحة الحيوية للنيماتودا *M. hapla* المعاملة بأى من البكتيريا *Bacillus thuringiensis* أو الفطر *Paecilomyces marquandii* أو الاستربتوميسيت *Streptomyces costaricanus* (Chen وآخرون ٢٠٠٠).

● كانت المعاملة بكل من: *Paecilomyces lilacinus*، و *Glomus mosseae* مجتمعين أفضل فى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور فى الطماطم عن المعاملة بأى منهما منفردًا (Bhat & Mahmood ٢٠٠٠).

● وجد أن راشح مزارع السلالة Bc-2 من البكتيريا *Burkholderia cepacia*، والسلالة Gl-3 من الفطر *Trichoderma virens* يحتوى كل منهما على عوامل مثبطة لفقس بيض نيماتودا تعقد الجذور وحركة يرقات الطور الثانى، وقد أظهرت مزارع جذور الطماطم نتائج مؤكدة لذلك لدى معاملتها براشح مزارع الفطر (Meyer وآخرون ٢٠٠٠).

المستخلصات النباتية

أفادت المعاملة ببعض المستخلصات النباتية فى مكافحة النيماتودا، كما يلى:

١- النيم:

أدت معاملة التربة بالنيم *Azadirachta indica* إما فى صورة أوراق أو كسب cake (الجزء المتبقى بعد استخلاص الزيت منه)، أو المنتج التجارى النقى aza إلى خفض أعداد أكياس بيض نيماتودا تعقد الجذور وأعداد البيض فى كل كيس منها فى الجذور. كذلك أدت المعاملة بالمنتج النقى إلى خفض أعداد اليرقات التى أصابت جذور الطماطم؛ الأمر الذى لم يتحقق لدى المعاملة بالأوراق أو بالـ cake (Javed وآخرون ٢٠٠٧ب).

كذلك أعطى النيم (الأوراق، والكُسب المتبقى بعد استخلاص زيت النيم، والزيت النقى) — عند إضافته إلى التربة أو عند غمس الجذور فى محلول مائى منه — مقاومة جهازية ضد نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* (Javed وآخرون ٢٠٠٧أ).

٢- القطيفة:

يفيد استخدام المستخلص المائى لنبات القطيفة *Tagets minuta* فى مكافحة النيماتودا، ويمكن إضافة هذا المستخلص مع ماء الرى بالتنقيط.

٣- نبات *Ocimum sanctum*:

أمكن الحصول على أفضل نمو نباتى فى الطماطم وأعلى محصول وأقل إصابة بنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* بالمعاملة المزدوجة بكل من الميكوريزا ومستخلص النبات *Ocimum sanctum* (Sharma & Bharadwaj ٢٠٠٥).

٤- مستخلصات البصل والثوم:

أدت معاملة التربة بالمركب الكبريتى المتطاير *dimethyl disulphide* (المتحصل عليه من البصل والثوم، وأيضًا كأحد نواتج تقطير البترول) بمعدل ٠,٣ مل لكل ديسمتر مكعب من التربة إلى تحقيق أفضل نتيجة فيما يتعلق بخفض أعداد نيماتودا التحوصل ونيماتودا تعقد الجذور، وزيادة النمو النباتى، وأعداد النيماتودا المترممة، علمًا بأن هذا التركيز أحدث بعضًا من التسمم لنباتات الطماطم عندما شتلت البادرات عقب معاملة التربة مباشرة، ولكنه لم يُحدث أى تسمم عندما كان الشتل بعد خمسة أيام من المعاملة (Coosemans ٢٠٠٥).

٥- الزيوت الأساسية:

وجد بعد تقييم تأثير الزيوت الأساسية لسبعة وعشرين نوعًا من النباتات العطرية ونباتات التوابل على نيماتودا تعقد الجذور أن إثنى عشر منها شلّت حركة أكثر من ٨٠٪ من يرقات النيماتودا *Meloidogyne javanica* عند استعمالها بتركيز ١٠٠٠ ميكروليتر/لتر. كذلك ثبطت معظم هذه الزيوت فقس البيض عند نفس التركيز. وكانت أكثر الزيوت الأساسية تأثيرًا على النيماتودا هى المستخلصة من كل من:

Foeniculum vulgare
Carum carvi
Mentha spicata
Mentha rotundifolia
Origanum syriacum
Origanum vulgare
Coridothymus capitatus

فعندما خُلِطت تلك الزيوت – مع التربة الرملية فى الأصص – بتركيز ١٠٠ أو ٢٠٠ مجم/كجم أدت إلى خفض تثألل الجذور فى بادرات الخيار.

وقد اختبر تأثير المكونات الرئيسية لتلك الزيوت على النيماتودا، ووجد أن كلا من الـ carvacrol، و t-anethole، و carvone-(+) شلّت حركة يرقات النيماتودا ومنعت فقس بيضها في البيئات الصناعية عند تركيز يزيد عن ١٢٥ ميكروليتر/لتر. كذلك أدى خلط معظم تلك المكونات بالتربة الرملية بتركيز ٧٥ أو ١٥٠ مجم/كجم إلى خفض تثألل الجذور في الخيار (Oka وآخرون ٢٠٠٠).

المستخلصات الحيوانية من البروتينات الشيتينية

يحصل على البروتينات الشيتينية Chitin Protein من الهيكل الخارجي Exoskeleton الصلب لسرطان البحر (السلطعون)، وجراد البحر (الإربيان)، والجمبرى. ومن تحضيراته التجارية الكلاندوسان ClandoSan، والـ Chitosan. ويحضر مركب الكلاندوسان من تلك المواد مخلوطة بكل من اليوريا، ومنظم عضوى.

تستخدم البروتينات الشيتينية فى مكافحة جميع أنواع النيماتودا. ويتعين خلط التحضير التجارى (مثل الكلاندوسان) بالتربة إلى عمق ١٥–٢٠ سم قبل الزراعة بنحو ١٥–٣٠ يومًا. كما يمكن إضافته بعد الزراعة، ثم الرى. وتجدر الإشارة إلى أن الكلاندوسان يحتوى – كذلك – على ١٠,٤٪ نيتروجينًا فى صورة يوريا، و ٢,٣٪ فوسفورًا، ١,٣٪ بوتاسيوم (A. H. Hummert Seed Co. ١٩٨٩).

وقد أوضحت دراسات Evans (١٩٩٣) أن إضافة الشيتين إلى حقول بطاطس بها بيض النيماتودا *Globodera pallida* قضى على النيماتودا، مع زيادة محصول الدرنات إلى ٢–٣ أمثال نباتات المقارنة غير المعاملة.

كما أفادت معاملة التربة بالشيتين chitin فى مكافحة النيماتودا *M. hapla* فى الخس (Chen وآخرون ١٩٩٩).

المقاومة المستحثة كيميائيًّا

أدى رش نباتات الطماطم أو سقى التربة بمحلول (للمركب DL-β-amino-n-butyric acid) (اختصارًا: BABA) إلى خفض إصابة النباتات بنيماتودا تعقد الجذور. وذلك كما ظهر من قلة تكوين العقد الجذرية وقلة أعداد بيض النيماتودا فيها، مقارنة بما حدث فى نباتات الكنترول التى لم تعامل بالمركب (Oka وآخرون ١٩٩٩).

المكافحة بالمبيدات

تستعمل المبيدات النيماتودية إما على صورة أبخرة Fumigants تنطلق فى التربة، وتذوب فى الماء الأرضى، ثم تخترق أجسام النيماتودا، وإما على صورة مواد غير

متبخرة nonfumigants تذوب فى الماء الأرضى مباشرة. والبعض منها يمتصه النبات إما عن طريق التربة، وإما بعد رش النموات الخضرية، ويتوزع جهازيًّا فى النبات؛ حيث يؤثر على النيماتودا التى تتغذى على الجذور.

ومن بين أهم المبيدات النيماتودية المستخدمة، ما يلى:

١- نيماكور Nemacur (يحتوى على fenamiphos)، وفايدت (يحتوى على oxamyl)، وموكاب (يحتوى على ethoprop) .. وجميعها يعامل بها عند الزراعة أو بعد ذلك بقليل.

٢- مبخرات التربة، مثل تيلون Telone C-17، و Telone C-35 (يحتوى كلاهما على 1,3-dichloropropene + chloropicrin)، و Telone II (يحتوى على 1,3-dichloropropene)، وفابام Vapam (يحتوى على metam-sodium)، وميثيل أيوديد methyl iodide، وكلوروبكرن.

وقد أعطى تبخير التربة بالميثيل أيوديد نتائج مماثلة لتلك التى حُصل عليها بالتبخير ببروميد الميثيل، وذلك فيما يتعلق بمكافحة نيماتودا تعقد الجذور (Hutchinson وآخرون ١٩٩٩).

ويعطى جدول (١٢-٢) قائمة بأهم المبيدات النيماتودية.

ويعد النيماكور Nemacur من أكثر المبيدات أمانا فى الاستخدام أثناء النمو النباتى. ويمكن استعماله كمحلول مخفف يضاف إلى التربة؛ إما إلى جانب النباتات soil drench، وإما من خلال شبكة الرى بالتنقيط.

جدول (١٢-٢): أهم المبيدات النيماتودية (عن Valdez ١٩٧٩، و Sasser وآخرين ١٩٨٢).

المبيد	بعض تحضيراته التجارية	الاسم الكيميائى	الصورة التى يوجد عليها	الآفات الأخرى التى يبيدها
أولاً: المبخرات Fumigants				
١- مخلوط د. د. DD Mixture	DD، وفورلكس Vorlex	1,3-dichloropropene & 1,2-dichloropropane	سائل	الحشرات، والفطريات، والحشائش
٢- دى بى سى بى DBCP		1,2-dibromo-3-chloropropane	سائل أو مبرغل (محبب)	—
٣- إى دى بى EDB	Solibrom، و Terr-O-Cide	ethylene dibromide	سائل	—
٤- ناثام Natham		sodium methyl-dithio-carbamate	سائل	الحشرات، والفطريات، وبذور الحشائش
٥- بروميد الميثايل MBr	Brom-O-Gas	methyl bromide	غاز	—
ثانيا: المبيدات الجهازية				
١- ألديكارب Aldicarb	التمك Temik	2-methyl-2-(methylthio)propionaldehyde- o-(methylcarmoyl oxime)	مبرغل (محبب)	الحشرات
٢- كاربوفيوران Carbofuran	فيوراادان Furadan	2,3-dihydro-2,2-dimethyl-7-benzofuramyl methylcarbamate	مبرغل	الحشرات
٣- ايثوبروب Ethoprop	موكاب Mocap	o-ethyl S,S-dipropyl phosphorodithioate	مبرغل أو سائل	الحشرات
٤- ترايازوفس Triazophos		1-phenyl-3-(0,0-diethyl-thinophosphoryl)1,2,4-triazole	سائل أو مبرغل	
٥- فنسلفوثيون Fensulfothion	ترّاكيور Terracur P ودازانت Dasanit	0,0-diethyl 0-(p-methyl-sulfinyl)phenyl) phosphorothioate	مبرغل	—
٦- أوكساميل Oxamyl	فايدت Vydate	methyl-N,N-dimethyl N-(methyl-carbamyl) oxy)-1-thioxamidate	مبرغل أو سائل	الحشرات
٧- فيناميفوس Fenamiphos	نيماكيور	ethyl 4-(methylthio)-m-tolylisopropyl-phosphoramidate	مبرغل أو سائل	—
٨- تربوفوس Terbufos	كونتر Counter	S-[[(1,1-dimethylethyl) thio] methyl] 0,0-diethyl phosphorodithioate	مبرغل	الحشرات
٩- ميتام-صوديوم Metam-Sodium	فابام Vapam	sodium-N-methyldithiocarbamate	سائل	الحشرات، والفطريات، والحشائش

ويمكن إيجاز طرق المعاملة بالمبيدات النيماتودية كما يلي:

١- تبخير التربة وهي في حالة مستحرثة (أي وهي تحتوي على نحو ٥٠٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية) مع تغطيتها جيدًا بالبلاستيك طوال فترة التعقيم، ثم تركها لتهوى لمدة لا تقل عن يومين قبل زراعتها، ويفضل ألا تقل مدة التهوية عن أسبوع.

٢- خلط المبيدات المبرغلة بالطبقة السطحية من التربة حتى عمق ١٠ سم، ثم ري التربة، ويفضل تغطيتها بالبلاستيك كما سبق في حالة المبيدات السائلة التي تستخدم في تبخير التربة.

٣- قصر المعاملة - أيًّا كان المبيد - على خطوط الزراعة - بعرض متر واحد - إن كانت المسافة بين خطوط الزراعة كبيرة؛ بشرط ألا تزيد المساحة المعاملة على $\frac{1}{3}$-$\frac{1}{2}$ الحقل.

٤- قصر المعاملة على البقع التي تكون مصابة بوضوح بالنيماتودا ضمن حقول سليمة.

٥- إضافة المبيدات المحببة - مثل الأسمدة - إلى جانب النباتات، ثم التغطية عليها والري.

٦- إضافة المبيدات عند زراعة البذور كما تضاف الأسمدة؛ حيث تكون على عمق يزيد بمقدار ٥ سم من العمق الذي تزرع فيه البذور، وإلى الجانب بنحو ٥ سم أخرى.

٧- إضافة المبيدات مع مياه الري بالتنقيط (عن Johnson ١٩٨٥).

وتكافح النيماتودا في المشاتل عندما تكون موبوءة بمعاملتها بالنيماكور ١٠٪ محبباً، أو التوريدان ١٠٪ محبباً، أو التميك ١٠٪ محبباً، أو الفايدات ١٠٪ محبباً بمعدل ٤٠ كجم للفدان نثرًا على سطح التربة، ثم تقلب، وتزرع البذرة، ويروى المشتل.

وأفضل المبيدات هو بروميد الميثايل - المصرح باستعماله في الدول النامية حتى عام ٢٠١٥ - والذي يستخدم بمعدل حوالي ٧٠ جم لكل متر مربع من المشتل. وهو يقضي تمامًا على النيماتودا بجميع أنواعها، والحشرات الأرضية، والبكتيريا، والفطريات، ومعظم بذور الحشائش.

ويمكن بعد الشتل رش النباتات بالفايدات السائل ٢٤٪ بمعدل لترين للفدان. ويكرر الرش كل ٣ أسابيع مع الرى بعد الرش مباشرة. وتزداد الكمية المستعملة إلى ٣ لترات للفدان فى حالة عدم معاملة النباتات فى المشتل.

كما يفيد غمس الأجزاء النباتية المستخدمة فى التكاثر فى المبيدات النيماتودية.

ممارسات مكافحة النيماتودا فى محاصيل الخضر

تتبع فى مكافحة النيماتودا - وخاصة نيماتودا تعقد الجذور - فى محاصيل الخضر الأساليب التالية:

١- الزراعة فى الأراضى البكر، حيث تكون — غالبًا خالية من النيماتودا الضارة بالنبات.

٢- عدم استعمال الشتلات المصابة فى الزراعة.

٣- رش المشاتل والنباتات الصغيرة بالفايدات بتركيز ٠,٦٪، حيث تحميها هذه المعاملة من الإصابات المبكرة، والتى تكون شديدة التأثير على النمو والمحصول.

٤- اتباع دورة زراعية مناسبة تدخل فيها زراعة المحاصيل التى لا تصاب بنيماتودا تعقد الجذور، مثل: الذرة، والقمح، والشعير، والأرز.

وتفيد الدورة الزراعية — خاصة — مع النيماتودا المتحوصلة، لأن مدى عوائلها قليل نسبيًا، ويقل تعدادها بمقدار ٥٠٪ سنويًا فى غياب العائل، حيث يفقس من ٤٠-٦٠٪ من البيض سنويًا، ثم تموت اليرقات.

٥- تعقيم المشاتل والحقل الدائم بالإشعاع الشمسى (التشميس solarization) (Javed وآخرون ١٩٩٤).

٦- عدم نقل تربة مصابة إلى الحقل كما يحدث عند نقل تربة ثقيلة إلى الأراضى الرملية المستصلحة حديثًا. كذلك تنتقل النيماتودا إلى الحقل مع الأسمدة العضوية غير المتحللة جيدًا.

٧- ينتقل البيض بسهولة على الآلات الزراعية الملوثة به، ومع التربة، وماء

الرى، لذا .. يجب اتخاذ الاحتياطات التى تمنع انتقال النيماتودا بأى من هذه الطرق؛ فتغسل الآلات الزراعية جيدًا، ويوقف نقل التربة من الحقول الملوثة، ويتجنب تحرك الماء السطحى خارج الحقول الملوثة نظرًا لأن الحوصلات الجافة تطفو على سطحه.

٨- عدم تغذية الماشية على النباتات المصابة؛ لأن الحوصلات يمكن أن تمر من القناة الهضمية للحيوان دون أن تتأثر حيوية البيض فيها.

٩- حرث بقايا النباتات المصابة عميقًا فى التربة.

١٠- يمكن التخلص من النيماتودا، وكافة مسببات الأمراض، والحشرات التى قد تتواجد فى الأسمدة العضوية بتكويم السماد المراد استعماله، وترطيبه. وتبخيره ببروميد الميثايل. كما أن سماد الدواجن المجفف فى الأفران (سماد الكتكوت المطبوخ) يعد معقمًا كذلك.

١١- تعقيم الشاتل ببروميد الميثايل. ومعاملة تربة الحقل قبل الزراعة بمبيد التيلون ٢ Telone II، وهو 1,3-dichloropene. تكون المعاملة الحقلية أكثر فاعلية فى الأراضى الخشنة القوام، وفى الجو المعتدل والدافئ الذى تتراوح حرارته من ١٠-٢٢ ْم. ويفضل أن تكون التربة رطبة نوعًا ما (بها حوالى ٤٠٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية) عند المعاملة.

١٢- تعقيم التربة فى الزراعات المحمية بالبخار. أو بأحد المبيدات النيماتودية، مثل: الينماكور، أو التمك، أو الثيوريدان بمعدل ٣ كجم من المبيد لكل بيت بلاستيكى تبلغ مساحته ٥٠٠ متر مربع. يقلب المبيد فى التربة بالحرث. ثم تروى الأرض وتزرع مباشرة، كما تجب معاملة مخاليط الزراعة المستخدمة فى المشاتل. والتى يكون أساسها التربة - بأى من المبيدات السابقة بمعدل ٠,٥ جرام لكل كيلوجرام واحد من المخلوط عند إعداده.

١٣- رى النباتات النامية المصابة بالنيماكور Nemacur، إما يدويًا لكل نبات على حدة عند قاعدة الساق، وإما مع ماء الرى بالتنقيط وهى الطريقة المفضلة.

١٤- زراعة الأصناف المقاومة عند توفرها:

تتوفر المقاومة للسلالة رقم ٢ من نوع نيماتودا تعقد الجذور *M. arenaria* فى أصناف خيار التخليل لوسيا Lucia (NC46)، ومانتيو Manteo (NC44)، وشِلبى Shelby (NC45)، وجميعها أصناف مفتوحة التلقيح ذات مواصفات جيدة للتخليل، وحُصِلَ عليها من سلالة *hardwickii* 1 North Carolina (NCHI)، ويعد شِلبى أعلاها محصولاً (Walters وآخرون ١٩٩٦، و Walters & Wehner ١٩٩٧).

وتتوفر سلالات من *Cucurbita moschata*، و *Cucurbita maxima* قليلة الإصابة نسبيًّا بنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita*، ويمكن استعمالها كأصول للقاوون (Cho وآخرون ١٩٩٧).

ولكن لا تتوفر المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور — أو لأى من الآفات النيماتودية الأخرى — فى أى مصادر أخرى — منزرعة أو برية — من جميع القرعيات الرئيسية.

هذا .. بينما تتوفر عشرات الأصناف المقاومة من الطماطم لنيماتودا تعقد الجذور، وكذلك عديد من أصناف البطاطا والفلفل والباذنجان والفاصوليا.

١٥- التطعيم على أصول مقاومة فى الزراعات المحمية.

١٦- زراعة المحاصيل التى لا تُصاب بينماتودا تعقد الجذور — كالقمح — أو الأصناف المحصولية المقاومة قبل زراعة الأصناف القابلة للإصابة.

وقد أفادت زراعة محصول من الطماطم المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور فى أرض ملوثة بالنيماتودا قبل زراعة الخيار إلى تقليل شدة الإصابة بالنيماتودا فى الخيار (Hanna وآخرون ١٩٩٤أ و ١٩٩٤ب).

١٧- أفاد التسميد العضوى للباذنجان — ببعض أنواع الأسمدة الحيوانية — فى مكافحة النيماتودا الكلوية والحد من تكاثرها على الباذنجان وكانت أكثر الأسمدة العضوية الحيوانية فاعلية سماد الحمام، وتلاه سماد السمان، فسماد الدواجن، فسماد الأرانب، بينما كان سماد الإبل أقلها فاعلية (Ismail & Youssef ١٩٩٧).

١٨- يبدى الباحثون اهتمامًا متزايدًا بشأن تأثير مختلف ألوان الأغطية

البلاستيكية للتربة على النمو النباتي والمحصول؛ بسبب تباين تلك الأغطية في أطول الموجات الضوئية التي تنعكس منها (يراجع لذلك حسن ١٩٩٨). وقد ظهر - كذلك - أن هذه الألوان تتباين من حيث تأثيرها على نيماتودا تعقد الجذور؛ حيث وَجَدَ Fortnum وآخرون (١٩٩٥) تأثيرًا معنويًا للتفاعل بين موسم الزراعة.(الربيع والخريف)، ولون الغطاء البلاستيكي (الأبيض، والأحمر، والأسود)، والعدد المبدئي لبيض النيماتودا (صفر، و ١٠٠٠٠، و ٥٠٠٠٠، ١٠٠٠٠٠، و ٢٠٠٠٠٠ بيضة/نبات) في التأثير على شدة تعقد جذور الطماطم. وقد كانت التربة تحت البلاستيك الأسود والأحمر أدفأ منها تحت البلاستيك الأبيض.

١٩- المكافحة الحيوية:

اختبر Ali (١٩٩٦) تأثير خمسة أنواع بكتيرية (هي .*Arthrobacterium* sp، و .*Corynebacteriium* spp، و .*Serratia* spp، و .*Streptomyces* spp) على نيماتودا تعقد الجذور *M. javanica*، ووجد أن معاملة نباتات الطماطم بالبكتيريا قبل أسبوع من عدواها بالنيماتودا قلل الإصابة بالنيماتودا بنسب تراوحت بين ٤٦٪، و ٩٦٪، مقارنة بمعاملة الشاهد. وقد استمر تأثير البكتيريا على النيماتودا في التربة لمدة ١٥ شهرًا.

وقد سبقت الإشارة إلى فاعلية فطر الميكوريزا *Glomus mosseae* في تقليل إصابة الطماطم بنيماتودا تعقد الجذور. وقد وجد Al-Raddad (١٩٩٥) أن وجود هذا الفطر مع الفطر *Paecilomyces lilacinus* (الذي يستخدم كذلك في المكافحة الحيوية لنيماتودا تعقد الجذور) منع إصابة جذور الطماطم بالنيماتودا كلية.

كذلك أفادت المعاملة بالفطر *Verticillium lecanii* في خفض أعداد بيض النيماتودا *M. incognita* في التربة. ويبدو أن الفطر يُحدث تأثيره من خلال إفرازه لمادة ضارة بالنيماتودا، وهي مادة لا يتغير تركيبها بالحرارة العالية. حيث أحدثت المعاملة بمزارع الفطر الميتة - التي وضعت في الأوتوكليف - تأثيرًا مماثلاً لمزارع الفطر الحية (Meyer ١٩٩٩).

وتساوت المكافحة الحيوية لنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* باستعمال الفطر المتطفل عليها *Paecilomyces lilacinus* مع المكافحة باستعمال المبيد فيناميفوس

fenamiphos، حيث أدى اتباع أى من الطريقتين إلى زيادة محصول الباذنجان (Noe & Sasser ١٩٩٥).

ومن الفطريات الأخرى التى أعطت نتائج إيجابية فى خفض أعداد النيماتودا وزيادة محصول الباذنجان كلا من *Arthrobotrys oligospora*، و *A. superba*، وإن كانت المعاملة بأى منهما لم تؤد إلى خفض دليل التثألل gall index (شدة الأعراض) مقارنة بالمعاملة بالفيناميفوس (Colombo وآخرون ١٩٩٥).

وقد حصل Rao وآخرون (١٩٩٧) على مكافحة جيدة لنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* بغمس شتلات الباذنجان فى مستخلص مائى لنبات النيم (٥٪ أو ١٠٪) يحتوى على جراثيم الفطر *P. lilacinus*.

٢٠- استعمال المستخلصات النباتية:

أدى استعمال أوراق النيم (*Azadirachta indica*) مع جرعات منخفضة من المبيدات إلى خفض أعداد النيماتودا وتحسين نمو الباذنجان، وزيادة المحصول (Prsad وآخرون ١٩٩٤).

كما أدى غمس جذور البادرات فى بعض المبيدات أو فى مستخلصات لنباتات النيم (*A. indica*)، أو الكانيار Kanair (= *Nerium oleander*) إلى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *M. javanica* وتحفيز النمو النباتى، وكانت أفضل المعاملات هى الغمس فى محلول المبيد ميثاميدوفوس Methamidophos، وأعقبها الغمس فى محلول المبيد مونوكروتوفس monocrotophs، ومستخلصات النيم والكانيار (Aziz وآخرون ١٩٩٥)، وإلى جانب مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *M. incognita*، أفادت المعاملة بأى من الـ neem cake، والـ castor cake (وهو الخروع *Ricinus communis*)، والمبيد كاربوفيوران carbofuran .. أفادت كذلك فى مكافحة النيماتودا الكلوية *Rotylenchulus reniformis* (Kumar & Vadivelu ١٩٩٦).

كذلك أفاد استعمال مستخلص مائى من نبات القطيفة (*Tagetes* spp.)، أو أوراقه المفرومة فى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور فى الباذنجان وخفض أعداد النيماتودا فى التربة، وتحفيز النمو النباتى (Walia & Cupta ١٩٩٧).

وأدت معاملة التربة بالإضافات العضوية مثل عجينة خروع الزيت *Ricinus communis* (بمعدل ٢٥ مجم/كجم من التربة) مع عجينة أوراق النيم *Azadirachata indica* (بنفس المعدل) (Mukhtar وآخرون ١٩٩٤).

٢١- المكافحة بالمبيدات:

تستعمل المبيدات فى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور بإحدى الوسائل التالية:

أ- قبل الزراعة باستعمال الكلوروبكرن، أو الفابام (ميتام صوديوم)، أو الموكارب Mocarp، أو التيلون Telone (داى كلوروبروبين Dichloropropene).

ب- قبل الزراعة أو عندها باستعمال الفايدات Vydate (أوكساميل Oxamyl).

جـ- بعد الزراعة باستعمال الفايدات رشًا بتركيز ٣-٥ مل من المبيد/لتر ماء.

وقد أمكن مقاومة نيماتودا تعقد الجذور فى الكوسة بإضافة المبيد فيناميفوس Fenamiphos مع مياه الرى بالتنقيط بمعدل ١,٤١ لتر مادة فعالة للفدان. أدت هذه المعاملة إلى خفض أعداد يرقات الانسلاخ الثانى، وتقليل شدة أعراض الإصابة (Johnson & Young ١٩٩٤).

الفصل الثالث عشر

المكافحة المتكاملة للحشرات والأكاروسات والرخويات والقوارض

تعد الحشرات من أخطر الآفات التى تصيب محاصيل الخضر. وهى تحدث بها أضرارًا مباشرة فى النموات الخضرية والثمرية، كما أن بعضها ينقل إلى محاصيل الخضر بعض الأمراض الفيروسية الهامة؛ ولذا .. فإننا نوليها — وكذلك الأكاروسات — اهتمامًا خاصًا فى هذا الفصل.

الوضع التقسيمى للحشرات

تنتمى الحشرات إلى المملكة الحيوانية، ويتدرج وضعها التقسيمى كما يلى:

المملكة الحيوانية	Kingdom: Animalia
تحت مملكة عديدات الخلايا	Subkingdom: Metazoa
قسم الجوفيات	Division: Coelomata
قبيلة مفصليات الأرجل	Phylum: Arthopoda
صف الحشرات	Class: Insecta

إن مفصليات الأرجل هى حيوانات لا فقارية ذات هيكل خارجى، وأطرافها المفصلية زوجية، وجسمها متناظر الجانبين. ينتمى إلى المفصليات حوالى ٧٥٪ من كل الأنواع الحيوانية المعروفة.

ويضم قسم الحشرات حوالى ٩٠٪ من مفصليات الأرجل، التى يتراوح عدد أنواعها بين مليونين وعشرة ملايين، بينما يبلغ العدد المعروف منها حوالى ٧٠٠٠٠٠ نوع.

وتتميز جميع أنواع الحشرات بأن لها ثلاثة أزواج من الأرجل. وبأن لها أجنحة (بالرغم من أن الأجنحة قد تكون مختزلة أو مضمحلة)، وأن جسمها مقسم إلى ثلاث مناطق؛ هى: الرأس، والصدر، والبطن.

يضم صف الحشرات Class Insecta جميع الحشرات المعروفة موزعة على ثلاثة تحت صفوف كما يلي:

١- تحت صف Apterygota:

يضم حشرات بدائية عديمة الأجنحة معظمها عديم الأهمية من الوجهة الزراعية. ومن أهمها الـ Springtails، وهي الحشرات التي تتبع رتبة Collembola التي يشيع وجودها في معظم الأراضي، محدثة أحيانًا أضرارًا بجذور بنجر السكر، لكن معظمها يفيد في المحافظة على خصوبةالتربة. تكافح هذه الحشرات - عند الضرورة - بالمبيدات المناسبة.

٢- تحت صف Exopterygota:

يضم حشرات مجنحة فيها الحوريات nymphs عبارة عن صورة مصغرة للحشرات البالغة Miniature Adults، ويشتمل على عدد كبير من أشد الآفات فتكًا بالمحاصيل الزراعية؛ مثل: الجراد، والمن، ونطاطات الأوراق، والتربس. وتصل الحوريات إلى طور الحشرة البالغة خلال سلسلة من المراحل الانسلاخية التي يطلق عليها اسم Instars.

يشتمل تحت الصف Exopterygota على ١٦ رتبة، ولكن أكثر الآفات أهمية تنتمي إلى ثلاث رتب فقط؛ هي:

أ- رتبة مستقيمة الأجنحة Orthoptera:

تضم هذه الرتبة الأنواع المختلفة من الجراد، وهي حشرة تتغذى على معظم النباتات الخضراء التي تجدها في طريقها أثناء ترحالها.

ب- رتبة هدبية الأجنحة Thysanoptera:

تضم هذه الرتبة التربس الذى يعد من الآفات الحشرية الهامة، وينقل إلى الطماطم فيرس الذبول المتبقع.

جـ- رتبة نصفية الأجنحة Hemiptera:

تضم هذه الرتبة حشرات صغيرة ذات أجنحة شفافة وأجزاء فم ثاقبة ماصة، والتي منها: المن، وبق النباتات Plant Bugs، ونطاطات الأوراق.

٣- تحت صف Endopterygota:

يضم أنواعًا حشرية تنمو فيها الأجنحة داخل جسم الحشرة، وتكون فيها الحشرات غير المكتملة النمو يرقات لا تشبه الحشرات البالغة فى الشكل أو السلوك، ويحدث فيها الانسلاخ الكامل على ثلاث مراحل، كما يلى:

أ- تفقس البيضة إلى يرقة نشطة عديمة الأجنحة، يطلق عليها عادة اسم "يرقانة دودية Grub"، فيما عدا فى رتبة حرشفية الأجنحة Lepidoptera؛ حيث تسمى "يرقة أسطوانية أو جرار Caterpillar".

ب- تنمو اليرقة إلى عذراء عند اكتمال نموها، وتلك مرحلة سكون، تتغير خلالها الحشرة من يرقة إلى حشرة كاملة. يطلق على العذارى اسم "Pupa"، ما عدا فى رتبة حرشفية الأجنحة؛ حيث تسمى "الخادرة Chrysalis".

جـ- تعطى العذراء الحشرة الكاملة التى تكون مجنحة عادة، وهى التى تتكاثر وتنتشر.

يشتمل تحت صف Endopterygota على ١١ رتبة، تضم عددًا كبيرًا من الحشرات الضارة والحشرات النافعة، ولكن أكثر الحشرات الضارة منها تنتمى إلى أربع رتب؛ هى:

أ- رتبة غمدية الأجنحة Coleoptera (الخنافس Beetls، والسوس Weevils).

ب- رتبة حرشفية الأجنحة Lepidoptera (الفراشات Butterflies، والـ Moths).

جـ- رتبة غشائية الأجنحة Hymenoptera (الذباب المنشارى Sawfies).

د- رتبة ذات الجناحين Dipera (الذباب Flies).

وتشتمل تحت رتبة Apocrita على الطرز المجنحة مثل النحل والزنابير، وكذلك الحشرات التى فقدت أجنحتها أثناء تطورها مثل النمل. ومعظم حشرات تحت الرتبة هذه نافعة؛ حيث تفترس الحشرات الضارة، أو تتطفل عليها، والقليل منها ضار بالمحاصيل الزراعية. ومن أمثلة الضار منها النمل القاطع للأوراق Leaf Cutter Ants (عن Russell ١٩٧٨).

دورة حياة الحشرات

تبدأ دورة حياة أية حشرة من طور البيضة egg، ثم تمر بعد فقس البيضة بعدة أطوار تنتهى بطور الفرد البالغ adult، وتتوقف مختلف مراحل النمو الحشرى على طبيعة الانسلاخ فى كل نوع منها.

الانسلاخ أو التطور الحشرى

يعرف الانسلاخ أو التطور الحشرى باسم Metamorphosis، وهو على أربعة أنواع؛ كما يلى:

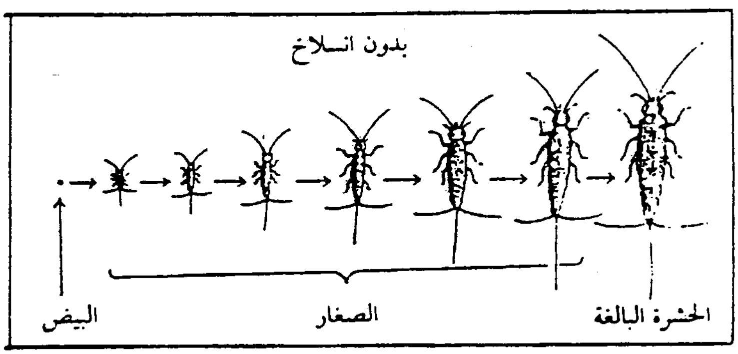
١- عدم وجود انسلاخ:

يفقس البيض إلى صغار young، تكبر — تدريجيًا — إلى أن تتحول إلى أفراد بالغة (شكل ١٣-١). تكون الصغار مشابهة تمامًا لما تصبح عليه حين بلوغها، عدا كونها أصغر حجمًا؛ ومنها ما يلى:

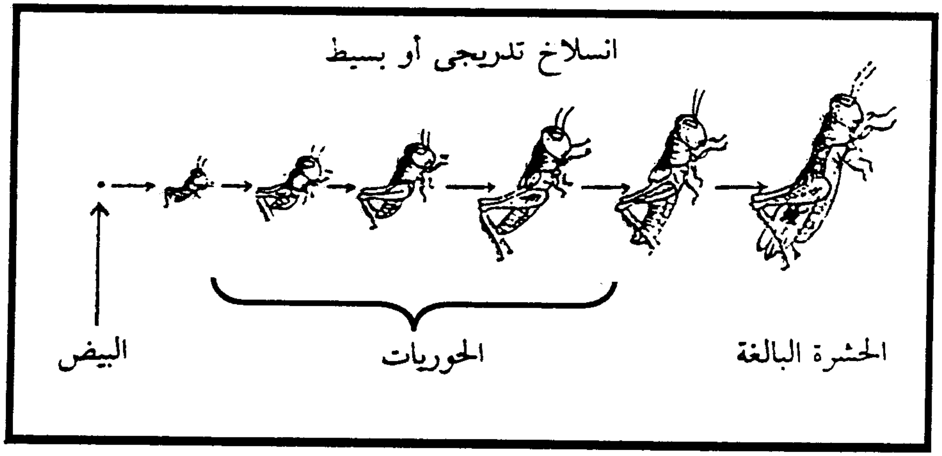
الحشرة		الرتبة	
السمك الفضى	Silverfish	ذات الذنب الشعرى	Thysanura
ذوات الذنب القافز	Springtails		Collembola

٢- الانسلاخ التدريجى أو البسيط Gradual or Simple Metamorphosis:

تفقس البيضة إلى حورية nymph، يتكون لها الأجنحة، وتتشكل تدريحيًا لتصبح فى آخر مرحلة من نموها قريبة الشبه من الفرد البالغ (شكل ١٣-٢).



شكل ١٣-١): تكوّن الأفراد البالغة بدون انسلاخ.



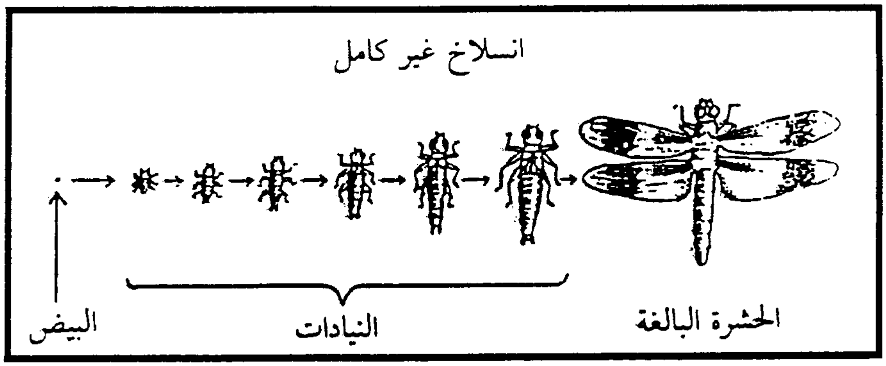
شكل (١٣-٢): الانسلاخ التدريجى أو البسيط.

ومن أمثلة الحشرات التى يحدث لها انسلاخ تدريجى ما يلى:

الحشرة		الرتبة	
نطاطات الأعشاب	Grasshoppers	مستقيمة الأجنحة	Orthoptera
النمل الأبيض	Termites	متساوية الأجنحة	Isoptera
	Booklice		Corrodentia
التربس	Thrips	هدبية الأجنحة	Thysanoptera
البقة الخضراء	Lygus & Stinkbugs	نصفية الأجنحة	Hemiptera
المن	Aphids	متشابهة الأجنحة	Homoptera
إبرة العجوز	Earwigs	جلدية الأجنحة	Demaptera
القمل القارض	Biting Lice		Mallophaga
القمل الماص	Suckling Lice		Anoplura

٣- الانسلاخ غير الكامل Incomplete Metamorphosis:

يفقس البيض إلى حوريات (أو نيّادات) Naiads تغير شكلها تدريجيًا، ولكنها لا تتشابه مع الأفراد البالغة إلا بعد الانسلاخ الأخير؛ حيث يترتب عليه تغير سريع فى الشكل (شكل ١٣-٣).



شكل (١٣-٣): الانسلاخ غير الكامل.

ومن أمثلة الحشرات التى يحدث لها انسلاخ غير كامل ما يلى:

الحشرة		الرتبة
ذبابة مايو	Mayflies	Ephemerida
الرعاشات	Dragonflies	Odonata
	Stoneflies	Plecoptera

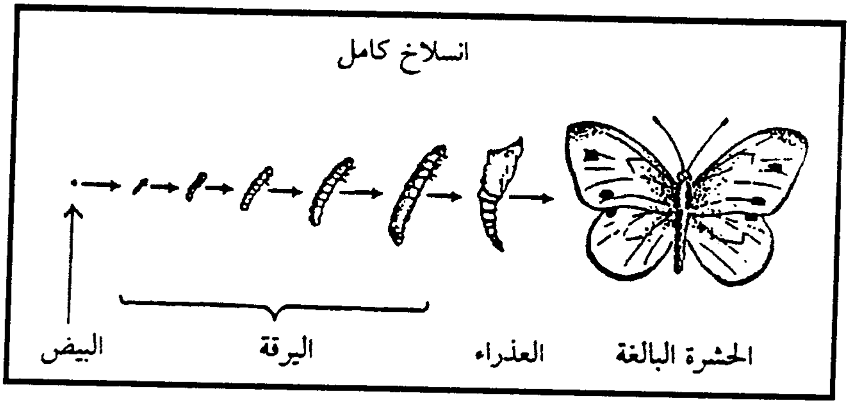
٤- الانسلاخ الكامل Complete Metamorphosis:

تمر الحشرة فى حالة الانسلاخ الكامل بأربع مراحل من النمو لا تتشابه فيها الصغار مع الفرد البالغ؛ حيث تفقس البيضة إلى يرقة larva، التى تتحول إلى عذراء pupa؛ وهى التى تعطى الفرد البالغ (شكلا: ١٣-٤، و ١٣-٥).

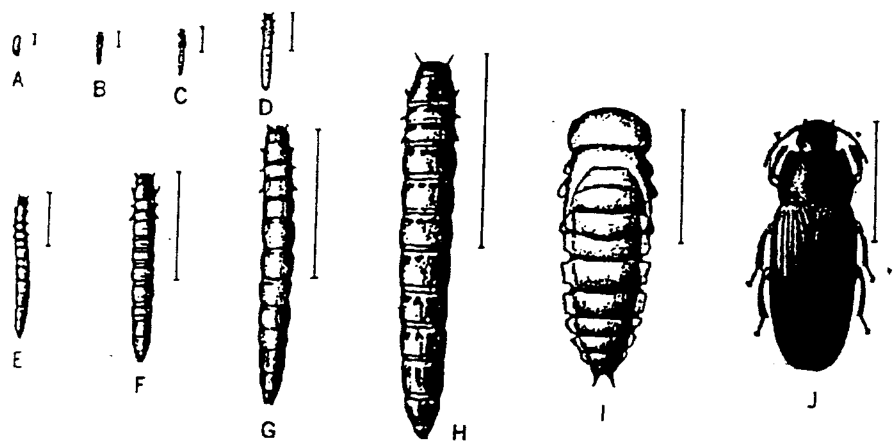
ومن أمثلة الحشرات التى يحدث لها انسلاخ كامل ما يلى:

الحشرة		الرتبة	
أسد المنّ	Lacewings	شبكية الأجنحة	Neuroptera
الخنافس	Beetles	غمدية الأجنحة	Coleoptera
	Scorpionflies		Mecoptera
	Caddisflies		Trichoptera
الفراشات وأبو الدقيق	Moths & Butterflies	حرشفية الأجنحة	Lepidoptera
الذباب والناموس	Flies & Mosquitoes	ذات الجناحين	Diptera

الحشرة		الرتبة	
البراغيث	Fleas	خافية الأجنحة	Siponaptera
النحل والزنابير	Bees & Wasps	غشائية الأجنحة	Hymenoptera



شكل (١٣-٤): مراحل الانسلاخ الكامل لتكوين فراشة.



شكل (١٣-٥): مراحل الانسلاخ الكامل لتكوين خنفساء: (A) البيضة، و (من B إلى H) مراحل اليرقة، و (I) العذراء، و (J) الحشرة الكاملة (عن Peieree ١٩٨٧).

وللتبسيط .. فإنه يمكن تقسيم الحشرات من حيث دورة حياتها إلى مجموعتين:

١- حشرات ذات دورة حياة كاملة تبدأ بالبيض مرورًا باليرقات، فالعذارى، ثم

الحشرة الكاملة، مثل الخنافس، والفراشات، وأبو الدقيق. وتعد اليرقات هى الطور الضار فيها جميعًا، كذلك تعتبر الخنافس آكلة للأجزاء النباتية، وجميع الأطوار الضارة ذات أجزاء فم قارضة، أما الفراشات وأبو الدقيق فإنها إما أن تتغذى على رحيق الأزهار، أو أن لا تتغذى على الإطلاق.

٢- حشرات ذات دورة حياة غير كاملة تبدأ بالبيض الذى يفقس إلى حوريات صغيرة nymphs تشبه الطور البالغ ولكنها تكون غير مكتملة التكوين. تبقى الحوريات فى تلك المرحلة لعدة أسابيع تنمو خلالها وتنسلخ إلى حشرات كاملة قادرة على الطيران. وبينما قد يكون للحوريات أجنحة صغيرة فإنها لا تقوى على الطيران. ومن أمثلة حشرات هذه المجموعة نطاطات الأعشاب والذباب، وهى تتميز بأجزاء فم ثاقبة ماصة، كما أن الطور البالغ لنطاطات النباتات ذات أجزاء فم قارضة.

صفات الرتب الحشرية التى تشتمل على أكثر الحشرات ضررًا للنباتات

نوجز صفات الرتب الحشرية التى تشتمل على أكثر الحشرات ضررًا للنباتات. فيما يلى (عن المنشاوى وآخرين ١٩٨٧).

١- رتبة مستقيمة الأجنحة Orthoptera:

تشتمل على النطاط، والجراد، وصراصير الغيط. تطورها تدريجى، وأجزاء فمها قارضة. لها زوجان من الأجنحة، وأرجل خلفية محورة للقفز، وآلة وضع بيض طويلة.

٢- رتبة هدبية الأجنحة Thysanoptera:

تشتمل على التربس. تطورها بسيط، وأجزاء فمها خادشة ماصّة. لها زوجان من الأجنحة المهدّبة. وهى حشرات صغيرة ذات رأس يتجه إلى الخلف. تتغذى على الأوراق والأزهار.

٣- نصفية الأجنحة Hemiptera:

تشتمل على البق. تطورها تدريجى، وأجزاء فمها ثاقبة ماصة، لها زوجان من الأجنحة؛ الزوج الأمامى منها ذو قاعدة جلدية، وطرف غشائى.

٤- متشابهة الأجنحة Homoptera:

تشتمل على نطاطات الأوراق، والمنّ، والحشرات القشرية، والذباب الأبيض. تطورها تدريجي أو غير كامل، وأجزاء فمها ثاقبة ماصة. لها زوجان من الأجنحة، ولكن يوجد زوج واحد منها في ذكور الحشرات القشرية. تكون الأجنحة على شكل جمالون أثناء الراحة.

٥- رتبة غمدية الأجنحة Coleoptera:

تضم السوس والخنافس. تطورها كامل، وأجزاء فمها قارضة. لها زوجان من الأجنحة. تحمى الأجنحة الأمامية الجسم وتعرف بالأجنحة الغمدية، وتتقابل في خط مستقيم على الجسم أثناء الراحة.

٦- رتبة حرشفية الأجنحة Lepidoptera:

تشتمل على الفراشات وأبي دقيق. تطورها كامل، وأجزاء فمها ماصة في الحشرات الكاملة وقارضة في اليرقات. لها زوجان من الأجنحة التي تكون مغطاة بالحراشيف وملونة. يرقاتها ذات أرجل بطنية لحمية، وتعرف باسم "الجرارات".

٧- غشائية الأجنحة Hymenoptera:

تشتمل على النحل، والنمل، والزنابير. معظمها حشرات نافعة، ولكن بعضها آفات خطيرة. تطورها كامل، وأجزاء فمها قارضة أو قارضة لاعقة. لها زوجان من الأجنحة، وتكون منطقة الاتصال بين البطن والصدر – غالبًا – رفيعة.

٨- رتبة ذات الجناحين Diptera:

تضم الذباب. تطورها كامل، وأجزاء فمها لاعقة أو ثاقبة ماصة. لها زوج من الأجنحة، ويتحور الزوج الثاني إلى دبوس توازن.

تقسيم الحشرات حسب طريقة تغذيتها

تقسم الحشرات – حسب طريقة تغذيتها – إلى مجموعتين، كما يلي:

الحشرات ذات أجزاء الفم القارضة

وهذه تقسم إلى أربع مجموعات حسب الجزء النباتي الذى تتغذى عليه؛ كما يلي:

١- آكلات الأوراق والسيقان:

وهى توثر على عملية البناء الضوئى؛ ومن أمثلتها ما يلى:

أ- يرقات أبى دقيق والفراشات؛ مثل: دودة الكرنب، ودودة الكرفس، والدودة القارضة، والدودة الناسجة.

ب – بعض الخنافس ويرقاتها؛ مثل: الخنفساء اليابانية، وخنفسا الأسبرجس. وخنفساء الفاصوليا العادية، وخنفساء كلورادو.

جـ – حوريات النطاط وحشراته الكاملة.

د – صانعات الأنفاق.

٢- آكلات الجذور:

وهى تتغذى – بصفة عامة – على الأجزاء الحديثة من المجموع الجذرى، وتؤثر – بالتالى – على فاعلية الجذور؛ ومن أمثلتها ما يلى:

أ- يرقات الخنافس؛ مثل: خنفساء الخيار، وخنفساء مايو، وخنفساء يونيو.

ب – ديدان جذور الفراولة.

٣- الحشرات التى تحفر فى السيقان:

وجميعها من الثاقبات؛ مثل: ثاقبات قرع الكوسة، وثاقبات الذرة.

٤- الحشرات التى تتغذى على الثمار اللحمية والبذور وأعضاء التخزين اللحمية، وتستهلك كميات كبيرة من الغذاء، وهى عبارة عن يرقات الفراشات والخنافس؛ مثل سوسة البطاطس، وسوسة الفول، وسوسة البسلة، ودودة ثمار الطماطم، ودودة كيزان الذرة.

الحشرات ذات أجزاء الفم الثاقبة الماصة

تثقب هذه الحشرات طبقة البشرة، وتمتص الكلوروبلاستيدات والأغذية الذائبة والفيتامينات من الأوراق، وتجعلها غير قادرة على تكوين الكلوروفيل؛ ومن أمثلتها ما يلى:

١- الأنواع المتعددة من المنّ؛ مثل: مَنّ البسلة، ومَنّ الكرنب.

٢- أنواع التربس؛ مثل تربس البصل.

٣- أنواع البق؛ مثل بق الكوسة، وبق الكرنب.

٤- نطاطات الأوراق؛ مثل: نطاط أوراق البطاطس.

٥- الحشرات القشرية.

الأطوار الحشرية الضارة

تنقسم دورة حياة الحشرات التى تنسلخ انسلاخًا كاملاً – كما أسلفنا – إلى أربع مراحل؛ هى: البيضة egg، واليرقة pupa، والعذراء، وهو طور ساكن تتحول فيه اليرقة إلى الطور الأخير، وهو الحشرة البالغة أو الطور التزاوجي.

أما عندما لا يكون الانسلاخ كاملاً فإن المراحل الوسطية بين البيضة والحشرة الكاملة تعرف باسم الحوريات nymphs.

ويعد الطور اليرقى أكثر الأطوار خطورة فى معظم الحشرات، ويطلق على هذا الطور – أحيانًا – اسم الدودة worm، وهى تسمية خطأ يجب استبعادها. ويعطى الطور اليرقى كثيرًا من الأسماء الوصفية كالتالى:

١- يرقة كما فى الحشرات التى تتبع رتبة ذات الجناحين Diptera؛ مثل: الذباب، والبعوض، وحشرات الأنفاق.

٢- يرقة أسطوانية (يُسروع) Caterpillars؛ وهى يرقات الحشرات التى تتبع رتبة الحشرات الحرشفية الأجنحة Lepidoptera؛ مثل: الفراشات، وعتة الملابس.

٣- يرقة دودية Grub، وهى يرقات تعيش فى التربة لحشرات تتبع رتبة غمدية الأجنحة Coleoptera؛ مثل الخنافس، وقد تسمى بهذا الاسم أية يرقات أخرى تعيش فى التربة.

٤- ديدان سلكية Wire worms؛ وهى يرقات الخنافس المطقطقة click beetles.

٥- سوس Weevils؛ وهى الأطوار اليرقية والأطوار البالغة للخنافس التى تهاجم الحبوب والبذور.

٦- يرقات رخوية Slugs؛ أى يرقات رخوة، وهى يرقات الحشرات التابعة لرتبة غشائية الأجنحة Hymenoptera؛ مثل: نحل العسل، والنمل، والزنابير، وهى تختلف عن الرخويات الحقيقية.

٧- الثاقبات borers؛ وهى يرقات العتة، والخنافس. وهى تصنع أنفاقًا داخل الجذور والسيقان (عن جانيك ١٩٨٥).

هذا .. بينما يعد الطور البالغ أكثر الأطوار ضررًا فى الحشرات الثاقبة الماصة؛ مثل: المن، والتربس، والذبابة البيضاء، والبق، ونطاطات الأوراق، والحشرات القشرية، وغيرها.

الإصابات الحشرية الهامة فى الخضر

تعريف بأهم الحشرات التى تصيب الخضر

يقتصر هذا العرض على أهم الحشرات فقط، والتى تتضمن ما يلى:

الذبابة البيضاء

أولاً: أنواعها، وعوائلها، وأهميتها:

الذبابة البيضاء حشرة صغيرة الحجم، لها زوجان من الأجنحة، تبدو وكأنها معفرة بمادة دقيقية بيضاء.

يعرف عدة أنواع من الذباب الأبيض whiteflies، ولكن الأنواع الهامة خمسة فقط؛ هى:

الاسم العادى	الاسم العلمى
ذبابة البطاطا (البطاطا الحلوة)، أو ذبابة القطن، أو ذبابة التبغ البيضاء Sweetpotao, cotton, or tobacco whitefly	*Bemisia tabaci*
ذبابة البيوت المحمية البيضاء Greenhouse whitefly	*Trialeurodes vaporariorum*
الذبابة البيضاء ذات الجناح المخطط Banded-wing whitefly	*T. abutilonea*
ذبابة السوسن البيضاء Iris whitefly	*Aleyrodes spiraeoides*
ذبابة أوراق الكوسة الفضية Silverleaf whitefly	*B. argentifolii*

يكثر انتشار الذبابة البيضاء من النوع الأول (*B. tabaci*) فيما بين خط عرض ٣٠° شمال وجنوب خط الاستواء فى جميع أنحاء العالم، بما فى ذلك كل المنطقة العربية. ولكن يستدل من الدراسات — التى نشرت خلال العقد الأخير — على اتساع منطقة انتشارها حتى ٤٠° على الأقل شمال وجنوب خط الاستواء، حيث ذكرت عدة تقارير تواجدها ونقلها لفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم الأصفر فى دول؛ مثل: تركيا، وقبرص. وإيطاليا، وإسبانيا.

وللحشرة أكثر من ٥٠٦ عائل من أنواع نباتية تتوزع على ٧٤ عائلة (عن Greathead ١٩٨٦)، وهى تنقل إلى النباتات أكثر من ٥٠ فيروسًا (عن Costa ١٩٧٦. و Duffus ١٩٨٧)؛ منها: فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم، وفيرس تجعد أوراق الكوسة، وفيرس اصفرار الخس المعدى، كما تنقل إلى القطن فيرس التفاف أوراق القطن.

أما النوع الثانى (*T. vaporariorum*) فهو الأكثر انتشارًا فى المناطق الباردة (شمال ٣٠°–٣٥° شمال خط الاستواء، وجنوب ٣٠°–٣٥° جنوب خط الاستواء)، ويتواجد فى أوروبا، والولايات المتحدة، وكندا، واليابان، وغيرها، كما ينتشر كذلك فى بعض الدول العربية؛ مثل سوريا؛ ولبنان. ويعتقد البعض وجوده مختلطًا مع النوع الأول فى معظم دول الشرق الأوسط، بما فى ذلك مصر، وهو المسئول عن نقل عدد من فيروسات القرعيات الهامة؛ مثل فيرس اصفرار البنجر الكاذب Beet Pseudo-Yellows Virus (Duffus ١٩٦٥)، وفيرس اصفرار القاوون (Lot وآخرون ١٩٨٣). ويلاحظ — حتى لا تختلط الأمور فى الأذهان — أن فيروسى اصفرار البنجر Beet Yellows Virus، واصفرار البنجر الغربى Beet Western Yellows Virus — اللذان يسببان كذلك نفس الأعراض على القرعيات — ينتقلان بواسطة حشرة المن.

وتجدر الإشارة إلى أن تسمية النوع *T. vaporariorum* بـ "ذبابة البيوت المحمية البيضاء" لا يعنى أنها لا تتواجد إلا فى البيوت المحمية؛ فكل ما فى الأمر أن انتشارها فى المناطق الباردة يجعلها تقضى فترة الشتاء القارس البرودة فى الصوبات المدفأة.

وليس للنوعين الثالث (الذبابة البيضاء ذات الجناح المخطط *T. abutilonea*) والرابع (ذبابة السوسن البيضاء *Aleyrodes spiraeoides*) أهمية كبيرة فى المنطقة العربية حاليًّا.

أما النوع الأخير (ذبابة أوراق الكوسة الفضية *B. argentifolii*) .. فهو أحدث الأنواع، وأكثرها خطورة، ومن أكثرها انتشارًا. وقد نشأ هذا النوع منذ نحو عقدين من الزمان. فمع أواخر الثمانينيات وبداية التسعينيات فى القرن العشرين بدأت تنتشر — فى كاليفورنيا، وفلوريدا وغيرهما من ولايات الجنوب الأمريكي — سلالة جديدة من *B. tabaci*، عرفت باسم طراز ب البيولوجي B Biotype، أو سلالة البونسيه *Poinsettia Strain*، أو سلالة فلوريدا Florida Strain (بينما تعرف السلالة الأصلية باسم طراز أ البيولوجي A Biotype، أو سلالة القطن Cotton Strain، أو سلالة البطاطا Sweetpotato Strain)، وكانت تلك السلالة الجديدة هى المسئولة عن ظهور أعراض مرضية جديدة لم تكن معروفة من قبل؛ والتى منها:

١– التلون الفضى Silvering فى الكوسة، والذى ينتشر حاليًا فى معظم أنحاء العالم، بما فى ذلك منطقة الشرق الأوسط.

٢– تخطيط Streaking ثمار الطماطم، وتلطخها باللون الأصفر، ونضجها غير المنتظم Irregular Ripening.

٣– بهتان اللون الأخضر بسيقان الخس والكرنبيات *Brassica* spp.

٤– اصفرار النموات الجديدة فى *Crossandra infundibularis* (Costa وآخرون ١٩٩٣أ، و ١٩٩٣ب).

وتشير معظم الأدلة إلى أن مرد هذه الأعراض — فى مختلف العوائل — هو إفراز الحشرة وحورياتها لسم أو سموم معينة، وليس نقلها لسبب مرضى معين (Costa وآخرون ١٩٩٣ جـ).

وبمقارنة السلالة الجديدة (Poinsettia Strain) بالسلالة الأصلية (Cotton Strain) وجد أن السلالة الجديدة تتميز بما يلى:

١– تُحدث أعراض التلون الفضى فى الكوسة، بينما لا يمكنها نقل فيرس اصفرار الخس المعدى (والعكس صحيح بالنسبة للسلالة الأصلية).

٢- لها مدى واسع من العوائل (Summers وآخرون ١٩٩٥).
٣- تنتج إفرازات عسلية بكميات أكبر أثناء تغذيتها.
٤- تضع كميات أكبر من البيض (Perring وآخرون ١٩٩١، و ١٩٩٢).
٥- تكمل فترة حياتها خلال فترة أقصر.

ولهذه الأسباب مجتمعة انتشرت هذه السلالة انتشارًا كبيرًا خلال فترة زمنية قصيرة، على حساب السلالة الأصلية؛ التى تضاءلت أعدادها إلى الحد الذى لم تعد تشكل معه أية مشكلة؛ فيما يتعلق بنقلها لفيرس اصفرار الخس المعدى لكل من الخس والقاوون (Cohen وآخرون ١٩٩١).

وبرغم التشابه المورفولوجى بين الطرازين البيولوجيين للذبابة البيضاء *B. tabaci* (السلالة الأصلية والسلالة الجديدة)، إلا أن كثيرًا من الأدلة — التى تراكمت خلال السنوات القليلة السابقة — رجحت أن تكون السلالة الجديدة (Biotype B) نوعًا جديدًا من الجنس *Bemisia*؛ وهو ما جعل Bellows وآخرين (١٩٩٤) يعطونها اسما علميًا خاص بها؛ هو: *Bemisia argentifollii*.

ثانيًا: بيولوجى الحشرة، ودورة حياتها:

إن الذبابة البيضاء حشرة صغيرة ثاقبة ماصة، يتراوح طولها بين ١ مم و ٣ مم، وتعيش على السطح السفلى للأوراق؛ وهى ليست ذبابة حقيقية؛ إذ إنها تنتمى إلى رتبة Homoptera التى تتضمن المنّ والحشرات القشرية.

تضع الأنثى بيضها على السطح السفلى للأوراق، يفقس البيض خلال ٥-١٢ يومًا فى الجو الدافئ معطيًا طور اليرقة Crawler Stage، وهى ذات ستة أرجل تتحرك بها حتى تجد مكانًا مناسبًا للتغذية على السطح السفلى للورقة. تدفع اليرقة رمحها Stylet فى المكان المناسب للتغذية، ويكون ذلك بين خلايا البشرة والقشرة، وتستمر فى دفعه إلى أن يصل إلى اللحاء. وتبقى اليرقة فى مكانها بعد ذلك، حيث تنسلخ — بعد أن تبدأ فى التغذية — وتأخذ شكلاً قشريًا Scale Like (الحورية) — ثم تنسلخ مرتين أخريين، ثم تتوقف عن التغذية، وتتشرنق متحولة إلى عذراء، وتبقى كذلك حتى تتحول إلى حشرة كاملة.

وتتراوح الفترة التى تستغرقها دورة حياة الحشرة (من وضع البيض إلى الحشرة الكاملة) بين ٢-٤ أسابيع فى الجو الدافئ والمعتدل الحرارة و ٣-٤ شهور فى الجو البارد.

يحدث التلقيح بعد أن تخرج الحشرات الكاملة من العذارى، ثم تبدأ الإناث فى وضع بيضها. يُنتج البيض غير المخصب ذكورًا فقط، بينما ينتج البيض المخصب إناثًا. وتضع الأنثى نحو ٣٠٠ بيضة خلال حياتها.

ومن أهم الأضرار التى تحدثها الذبابة البيضاء للنباتات ما يلى:

١- قد يؤدى تواجدها بأعداد كبيرة إلى ظهور بقع مُصْفرَّة فى أماكن التغذية على الأوراق، وقد تسقط الأوراق، وتتقزم النباتات، إلا أن ذلك نادر الحدوث .

٢- يمكن أن تؤدى كميات الرحيق الكبيرة — التى تفرزها الحوريات — إلى تلون الأوراق بلون أسود، تنمو عليه فطريات تزيد اللون دكنة؛ مما يؤدى إلى ضعف عملية البناء الضوئى. وتظهر هذه الأعراض بوضوح فى البامية، والقرعيات، والفاصوليا.

٣- تنقل إلى النباتات بعض الفيروسات الهامة، وقد سبق ذكرها.

هذا .. وتؤثر المبيدات على الطور الكامل لحشرة الذبابة البيضاء، لكنها لا تؤثر على الأطوار الأخرى. ويمكن أن يبقى البيض دون فقس لمدة طويلة، ثم يفقس بعد زوال أثر المبيد، كذلك يوجد للحوريات والعذارى غطاء شمعى يحميها من المبيدات.

المن

حشرة المنّ صغيرة كمثرية الشكل تكسوها طبقة رقيقة من الشمع الأبيض، وقد يكون لونها أسود، أو أخضر زيتونيًا، أو أصفر باهتًا أو برتقاليًا. تعطى الحشرة عدة أجيال خلال الموسم الواحد، وتكون أجيالها الأولى غير مجنحة، ولكن أفرادها تظهر مجنحة فى فصل الصيف؛ حيث يمكنها التنقل بحرية فى الحقل.

يتغذى المنّ على امتصاص العصارة من سيقان النباتات وأوراقها؛ مما يؤدى إلى تجعد

الأنسجة المصابة، كما ينقل المنّ إلى النباتات عددًا من الفيروسات الهامة؛ مثل: فيرس موزايك الخيار، وفيرس واى البطاطس، وفيرس اصفرار البنجر، وفيرس اصفرار البنجر الغربى، وغيرها.

كذلك يفرز المنّ ندوة عسلية من فتحة الشرج، تتركب من العصارة الزائدة التى تمتصها الحشرة مضافًا إليها بعض السكر والنفايات، وهى غذاء مفضل للنمل. كما تنمو عليها بعض الفطريات غير المتطفلة على النباتات، ولكن مجرد نموها على سطح الأوراق يعوق عملية البناء الضوئى. ويساعد تعلق الأتربة – على هذه الإفرازات – على تفاقم المشكلة.

يعرف عديد من أنواع المنّ، وجميعها آفات خطيرة فى مختلف أرجاء العالم، ومن أهمها فى مصر ما يلى:

١- مَنّ القطن، أو مَنّ البصل *Aphis gossypii*.

٢- مَنّ الكرنب *Brevicoryne brassicae*.

٣- مَنّ الخوخ الأخضر *Myzus persicae*.

دودة ورق القطن الكبرى

تعرف دودة ورق القطن – علميًّا – باسم *Spodoptera littoralis*. الحشرة الكاملة بنية اللون. تضع الأنثى بيضها على الأوراق على شكل لُطَع. تتغذى اليرقات الحديثة الفقس على بشرة الورقة، ويكون لونها أخضر مَشُوبا بصفرة، ولها ستة أعمار، وتكون شرهة فى الأعمار: الرابع، والخامس، والسادس للطور اليرقى. يختلف لون اليرقة التامة النمو بين الزيتونى، والرمادى القاتم، والأسود، وتتحول إلى عذراء فى التربة داخل شرنقة من الطين، مبطنة بالحرير على عمق ٢–٥ سم.

دودة ورق القطن الصغرى (الدودة الخضراء)

تصيب الدودة الخضراء *Spodoptera exigua* معظم محاصيل الخضر. الحشرة الكاملة صغيرة (تبلغ ١,٥ سم طولاً، و ٢,٥ سم عند الجناحين)، لونها رمادى قاتم. تضع الأنثى

البيض فى لُطَع، تكون مغطاة بطبقة رقيقة من الزغب الأبيض المائل إلى الأصفر. اليرقة خضراء اللون، وتتعذر فى التربة داخل شرنقة من الطين مبطنة بالحرير (حماد وعبدالسلام ١٩٨٥، وحماد والمنشاوى ١٩٨٥).

فراشة درنات البطاطس

تصيب فراشة درنات البطاطس *Phthorimaea operculella* الخضر الباذنجانية، ومن أهمها البطاطس، والطماطم، والباذنجان. تشتد الإصابة فى العروة الصيفية. الفراشات صغيرة لونها بنى رمادى. تبدأ الإناث فى وضع بيضها على المجموع الخضرى، أو على الثمار الغضة قرب الكأس، أو على الدرنات غير المغطاة جيدًا بالتربة فى الحقل. وبعد فقس البيض .. تدخل اليرقات (وهى صغيرة يختلف لونها بين الأبيض إلى الأبيض المشوب بخضرة) فى الورقة قرب قاعدتها محدثة أنفاقًا بها، تمتد فى أنسجة النبات حتى الساق، كما تدخل اليرقات فى الثمار أيضًا. كذلك تصاب درنات البطاطس أثناء تخزينها فى النوالات صيفاً.

التربس

يصيب التربس *Thrips tabaci* حوالى ١٢٩ نوعًا نباتيًا فى مصر؛ منها: الفول، والبصل، والفلفل، والباذنجان، والقرعيات، وغيرها. أجزاء الفم خادشة ماصة.

يتراوح طول الحشرة الكاملة بين ١,٢ و ١,٥ مم، لونها أصفر. أو رمادى، أو بنى أو أحمر قاتم. أما صغار الحشرة .. فتكون صفراء اللون.

تتغذى الحشرة على القمة النامية للنباتات بامتصاص العصارة، وتؤدى الإصابة إلى تشوه الأوراق واصفرار أجزاء منها.

الدودة القارضة

تعرف علميًا باسم *Agrotis ipsilon*. والحشرة الكاملة بنية اللون، أما اليرقة فلونها أخضر زيتونى أو أردوازى. تقرض اليرقة بادرات النباتات عند سطح التربة.

ذبابة الفاصوليا

تضع اليرقة بيضها على أوراق النبات، وبعد الفقس تدخل اليرقات أنسجة الورقة، ثم تنتقل منها إلى الساق والجذر متلفة الأنسجة التى تمر بها. وتصيب الذبابة عادة البادرات الصغيرة؛ وذلك لأن أنسجتها غضة، وتؤدى إلى موتها. وتصاب النباتات الكبيرة بقلة، وتؤدى إصابتها إلى ذبولها، واصفرار الأوراق، ثم موت النباتات.

توجد بالنباتات المصابة مجاميع من اليرقات والعذارى تحت بشرة الساق مباشرة، كما توجد انتفاخات بين الجذر والساق، وعند قواعد الأوراق تحتوى على اليرقات والعذارى. وتتناسب شدة الضرر الذى تحدثه الحشرة مع عدد اليرقات والعذارى التى توجد فيه. ففى بعض النباتات التى تبدو سليمة ظاهريًا يمكن ملاحظة اليرقات فيها بعدد قليل. أنا النباتات الشديدة الإصابة .. فقد توجد فى ساقها نحو ٣٠ يرقة وعذراء.

وتؤدى الإصابة إلى نقص المحصول بشدة، وتكون البذور ضامرة وصغيرة الحجم، وتكون النباتات سهلة الكسر.

تشاهد الحشرة الكاملة (وهى صغيرة يبلغ طولها حوالى ٢ مم، ولونها أسود لامع) بأعداد كبيرة عند الغروب وفى الصباح الباكر على السطح العلوى للأوراق، وتختفى نهارًا هربًا من أشعة الشمس (حماد وعبدالسلام ١٩٨٥).

هذا .. ويبين شكل (١٣-٦) رسومًا تخطيطية لعدد من الحشرات الهامة التى تصيب محاصيل الخضر.

موعد الإصابات الحشرية فى الخضر والعلامات المميزة لها

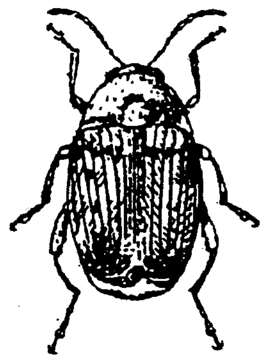
يبين جدول (١٣-١) أهم العلامات المميزة للإصابات الحشرية فى محاصيل الخضر، وموعد الإصابة بها فى مصر (عن استينو وآخرين ١٩٦٣).



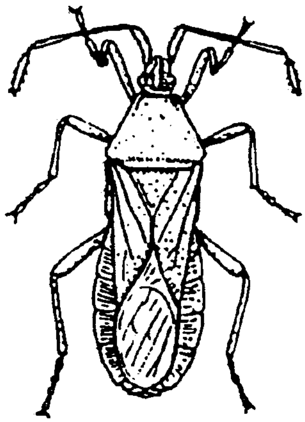
سوسة الفاصوليا (٣مم)



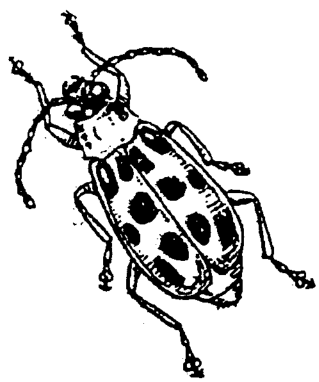
سوسة قرون اللوبيا (٦مم)



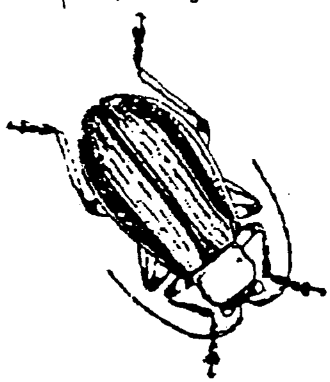
سوسة البسلة (٥مم)



خنفساء الكوسة (١,٦ سم)

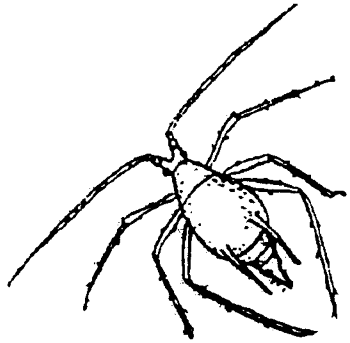


خنفساء الخيار المنقطة (٦ مم)

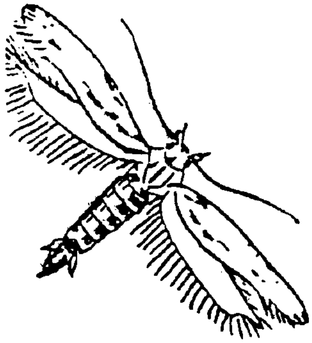


خنفساء الخيار المخططة (٥مم)

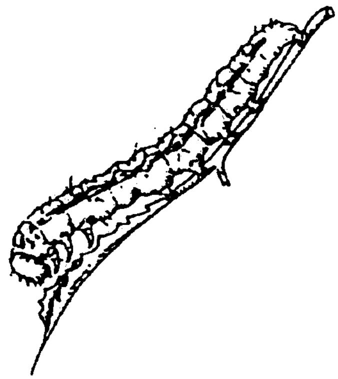
شكل (١٣-٦): رسوم تخطيطية لعدد من الحشرات الهامة التى تصيب محاصيل الخضر (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠) (يتبع).



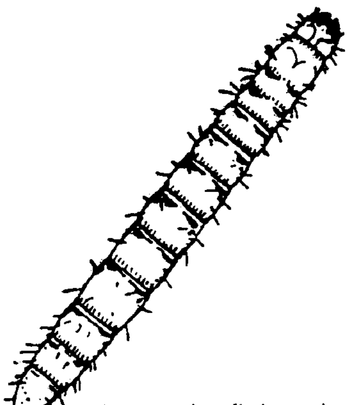
من البطاطس (٣ مم)



فراشة درنات البطاطس (١,٢ سم)



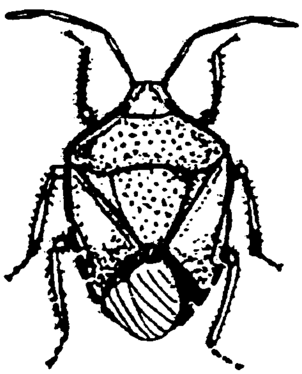
دودة ثمار الطماطم (٣,٨ سم)



الدودة السلكية (٣,٨ سم)



تربس البصل (١,١ مم)



البقة الخضراء (١,٢ سم)

تابع شكل (١٣-٦).

جدول (١٣-١): موعد الإصابة الطبيعى، والعلامات المميزة للإصابات الحشرية المختلفة فى محاصيل الخضر.

الحشرة	موعد الإصابة	أهم العلامات الصغيرة للإصابة
بق بذرة القطن	من يوليو حتى أكتوبر	الحشرة الصغيرة سوداء اللون — تلف البذور فى ثمار البامية.
بق الهبسكس الدقيقى	خلال الصيف	تجعد القمة النامية فى البامية والباذنجان، ونمو فطر أسود على إفرازات الحشرة
بق ورق البطيخ أو البقة السوداء	خلال الصيف	ظهور بقع سوداء على أوراق القرعيات فى بداية الإصابة
تربس البصل أو تربس القطن	من أكتوبر حتى أبريل	ظهور بقع فضية على أوراق البصل والثوم وتلف النورة، ووجود اليرقات فى قلب النباتات بأعداد كبيرة.
الحفار	من مارس حتى أكتوبر	تكوين أنفاق طويلة ظاهرة على سطح الأرض عقب الرى
الخنفساء البرغوثية		ظهور الحشرة وهى صغيرة طولها ٢-٣ مم، ولونها أزرق معدنى لامع وتثب وثبًا سريعًا إذا أزعجت، مع ظهور ثقوب صغيرة بأوراق النباتات المصابة من الصليبيات والباذنجان.
خنافس البقول		ثقب البذور ووجود العذارى بداخلها.
خنفساء الحمراء	من مارس حتى نوفمبر	لون الحشرات الكاملة أحمر برتقالى. حفر اليرقات فى ساق القرعيات عند سطح الأرض أو فى الجذور.
خنفساء المقات	من أبريل حتى نوفمبر	لونها أحمر طوبى، وتوجد ١٢ بقعة سوداء على غمدى الحشرة، تلف أوراق القرعيات وثقب الثمار.
دودة البطيخ	ابتداء من أبريل	إصابة أوراق البطيخ وتلف الأزهار وثقب الثمار.
أبو دقيق الخبازى	خلال الصيف	أكل أوراق الخبازى والخرشوف.
فراش درنات البطاطس	من مارس إلى مايو فى الحقل ومن مايو إلى أكتوبر فى المخزن	اليرقة صغيرة طولها من ٩-١٢مم، لونها أبيض مخضر. حفر اليرقات بين بشرتى الورقة. بروز إفرازات اليرقة على سطح الدرنة.

تابع جدول (١٣-١).

الحشرة	موعد الإصابة	أهم العلامات الصغيرة للإصابة
حفار ساق الباذنجان	ابتداء من شهر أبريل	اليرقة طولها نحو ١٧مم. الرأس بنية، وباقى الجسم أبيض مشرب بصفرة. ظهور ثقوب فى ساق نباتات الباذنجانيات مع ظهور براز الحشرة على فوهة الثقب.
حفار ساق الكرنب		تلف الشتلات وظهور أنفاق فى سيقان نباتات الصليبيات.
الدودة القارضة		اليرقة التامة النمو طولها ٥ سم، ولونها أخضر زيتونى، وتتكور بمجرد الشعور بالخطر. تتغذى بالليل وتختبئ نهارًا فى شقوق الأرض. تقرض البادرات والنباتات الأكبر عند سطح الأرض.
دودة قرون اللوبيا		سقوط البراعم الزهرية والثمار الحديثة العقد، وظهور براز اليرقة على قرون البقوليات.
الدودة النصف قياسة		عند سير اليرقة تتقوس بطنها، ثم تعود للامتداد.
دودة ورق القطن		اليرقة الحديثة الفقس لونها أخضر مصفر، ورأسها سوداء. أما اليرقة الأكبر سنا فلونها زيتونى أو رمادى أو أسود، وعلى ظهرها خط وسطى أصفر، وعلى جانبيه خطان آخران لونهما أصفر كذلك، وتوجد بقع سوداء على الظهر.
أبو دقيق الكرنب	من أكتوبر حتى أوائل الصيف	لون اليرقة التامة النمو أخضر. وطولها نحو ٢,٥ سم. وتظهر ثقوب غير منتظمة بأوراق الصليبيات والخس.
ذبابة البصل	من نوفمبر حتى مارس	طول اليرقة نحو ٨ مم. وتعيش بين قواعد الأوراق.
ذبابة الفاصوليا	الزراعة الخريفية	طول اليرقة نحو ٤ مم، ولونها سمنى. توجد اليرقات والعذارى تحت بشرة الساق، كما توجد انتفاخات بين الجذر والساق تتواجد بها اليرقات والعذارى.

تابع جدول (١٣-١).

الحشرة	موعد الإصابة	أهم العلامات الصغيرة للإصابة
ذبابة المقات	من أكتوبر حتى فبراير	طول اليرقة التامة النمو نحو ٨ مم، ولونها سمنى. وتظهر بالثمار المصابة ثقوب دقيقة تغطيها إفرازات صمغية.
الذبابة البيضاء	من سبتمبر إلى نوفمبر	لون الحشرة الكاملة أبيض دقيقى. إذا هزت النباتات تطير الحشرة بأعداد كبيرة، ثم تعود بسرعة للاختباء بين الأوراق.
الجاسيدز		لونها أخضر، وتتحرك حركة جانبية وبسرعة.
المنّ		الحشرة لونها أسود أو أخضر أو أصفر. ويظهر براز المن — وهو مادة عسلية — على النباتات المصابة؛ ولذلك تعرف الإصابة عند الزراع باسم الندوة العسلية. ينمو على الافرازات فطريات العفن الأسود أو يتغذى عليه النمل.
النطاط	مارس إلى أكتوبر	يبلغ طول الحشرة الكاملة ٢-٤ سم، ولونها بنى يميل إلى الصفرة أو الخضرة.

الطور الضار وطبيعة الأضرار التى تحدثها الحشرات فى محاصيل الخضر

يبين جدول (١٣-٢) أهم الحشرات التى تصيب محاصيل الخضر، والأضرار التى تحدثها.

جدول (١٣-٢): أهم الحشرات التى تصيب محاصيل الخضر، وطبيعة الأضرار التى تحدثها فيها.

الحشرة	المحاصيل التى تصيبها	الطور الضار	نوع الضرر
بق بذرة القطن	البامية	الحشرة الكاملة والحوريات	تصاب البذور فى الثمار الناضجة وتقل نسبة إنباتها
بق الهبسكس الدقيقى	البامية والباذنجان	الحشرة الكاملة والحوريات	تقوم بامتصاص عصارة النبات؛ مما يؤدى إلى تجعد القمة النامية وتوقف نمو التفرعات. كما ينمو فطر أسود على إفرازات الحشرات

تابع جدول (١٣-٢).

الحشرة	المحاصيل التى تصيبها	الطور الضار	نوع الضرر
بق ورق القطن أو البقة السوداء	البطيخ والقرعيات الأخرى	الحشرة الكاملة والحوريات	تقوم بامتصاص العصارة من الأوراق؛ مما يؤدى إلى ذبولها وجفافها، ويتوقف النمو النباتى.
تربس البصل أو تربس القطن	البصل والثوم	الحشرة الكاملة واليرقات	تظهر بقع فضية بأنصال الأوراق؛ نتيجة لامتصاص العصارة. يقف النمو النباتى، ويصفر، وتتدلى الأوراق وتتجعد. كما تصاب النورة، وتصاب أجزاء الزهرة، ويقل محصول البذور.
الحفار	النباتات الصغيرة ودرنات البطاطس	الحشرة الكاملة	تقوم الحشرة بقرض وتمزيق جذور النباتات الصغيرة وسوقها تحت سطح التربة مباشرة؛ فتذبل النباتات، ثم تصفر، وتموت. تشاهد أنفاق طويلة ظاهرة على سطح الأرض عقب الرى.
الخنفساء البرغوثية	البادرات الصغيرة	الحشرة الكاملة	تتغذى على البادرات، وقد تقضى عليها، خاصة فى الصليبيات.
خنفساء البقول (خنفساء اللوبيا — خنفساء الفاصوليا — خنفساء الفول الكبيرة — خنفساء الفول الصغيرة)	البقوليات	اليرقات والعذارى	تبدأ الإصابة أثناء الإزهار ونضج القرون؛ فيوضع البيض على الأزهار أو القرون قبل النضج، وبعد الفقس تدخل اليرقات فى المبيض، وتتغذى على البذور قبل وبعد الحصاد، ثم تتحول إلى عذراء داخل البذرة، ثم تخرج الحشرة الكاملة أثناء التخزين.
خنفساء الحمراء	القرعيات	الحشرة الكاملة واليرقات	تتغذى الحشرة الكاملة على الأوراق والأجزاء الزهرية فتتلفها، ثم تحفر اليرقات فى الساق عند سطح الأرض أو فى الجذور، فيذبل النبات المصاب ويجف.

تابع جدول (١٣-٢).

الحشرة	المحاصيل التى تصيبها	الطور الضار	نوع الضرر
خنفساء المقات	القرعيات	الحشرة الكاملة واليرقات	تتغذى الحشرة الكاملة على الأوراق حتى تأتى عليها، ثم تثقب الثمار وتتلفها.
دودة البطيخ	البطيخ	اليرقات	تتغذى اليرقات عل الأوراق والأزهار، كما تثقب الثمار وتتغذى على محتوياتها.
دودة الخبازى	الخبيزة والخرشوف	اليرقات	تتغذى اليرقات على الأوراق.
فراش درنات البطاطس	الباذنجانيات	اليرقات	تتغذى على درنات البطاطس فى الحقل والمخزن، وعلى ثمار وبراعم أزهار الطماطم، وعلى براعم وأزهار وثمار الباذنجان. تحفر اليرقات بين بشرتى ورقة البطاطس حتى تصل إلى أعناق الأوراق، ثم الساق، ثم الدرنات؛ متلفة الأجزاء التى تتجول فيها، ويذبل النبات.
حفار ساق الباذنجان	الباذنجان والبطاطس والفلفل	اليرقات	تدخل اليرقات فى الساق قرب سطح الأرض، وتحفر فى الساق. وتعرف الإصابة بالثقوب التى توجد بالساق مكان دخول اليرقات؛ حيث يشاهد بفوهتها براز الحشرة.
حفار ساق الكرنب	الكرنب والقنبيط	اليرقات	تحفر فى الساق محدثة أنفاقًا يتسبب عنها موت النبات.
الدودة القارضة	الباذنجانيات والبصل والبطاطا والخرشوف والبسلة.	اليرقات	تتغذى ليلاً، وتختبئ نهارًا فى شقوق الأرض. تقرض البادرات أو النباتات عند سطح الأرض، أو على ارتفاع بضعة سنتيمترات.
دودة قرون اللوبيا	البقوليات	اليرقات	تتغذى على البراعم الزهرية، فتسقط الأزهار والثمار الحديثة العقد والبذور قبل نضجها.
الدودة النصف قياسة	الكرنب والقنبيط والخس والبسلة	اليرقات	تحدث ثقوبًا فى الأوراق.

تابع جدول (١٣-٢).

الحشرة	المحاصيل التى تصيبها	الطور الضار	نوع الضرر
دودة ورق القطن	عديد من الخضر	اليرقات	تتغذى على الأوراق، وتحدث بها ثقوبًا غير منتظمة.
أبو دقيق الكرنب	الصليبيات والخس	اليرقات	تتغذى على الأوراق، وتحدث بها ثقوبًا غير منتظمة.
ذبابة البصل	البصل والثوم	اليرقات	تتغذى على البادرات وقاعدة النبات، وتعيش بين قواعد الأوراق.
ذبابة الفاصوليا	الفاصوليا واللوبيا	اليرقات	ذبول النباتات المصابة واصفرارها، مع وجود مجاميع من اليرقات والعذارى تحت بشرة الساق. تضع الحشرة الكاملة البيض فى أنسجة الورقة، وعندما يفقس تسير اليرقات بين بشرتى الورقة صانعة أنفاقًا فضية اللون تمتد حتى العرق الوسطى، ثم العنق، ثم الساق حتى موضع اتصال الساق بالجذر حيث تبقى.
ذبابة المقات	القرعيات	اليرقات	يوضع البيض فى الثمرة تحت القشرة مباشرة، وعندما يفقس تتجول اليرقات فى الثمرة، وتتغذى على أنسجتها. تتميز الثمار المصابة بوجود ثقوب دقيقة على سطحها وفى النهاية تصفر الثمار وتضمر وتتعفن.
الذبابة البيضاء والجاسيدز	أنواع مختلفة	الحوريات والحشرة الكاملة	تنقل إلى النباتات بعض الأمراض الفيروسية.
المنّ (أنواعه عديدة)	عديد من الخضروات	الحشرة الكاملة	تتجعد الأوراق المصابة، خاصة فى القمم النامية.
النطاط (نطاط البرسيم — نطاط البرسيم المتشابه— نطاط الأرز)	القرعيات والصليبيات والطماطم	الحوريات والحشرات الكاملة	التغذية على النباتات، خاصة البادرات الصغيرة.

أساليب المكافحة المتكاملة لآفات الخضر الحشرية الهامة

نتناول – فيما يلى – الأساليب المختلفة المتبعة فى مكافحة أهم آفات الخضر الحشرية، كل آفة منها على انفراد. وتجدر الإشارة – فى هذا المقام – إلى أن توصيات المبيدات تتغير من عام لآخر؛ إما بسبب التوصل إلى مبيدات جديدة أفضل من سابقاتها، وإما بسبب التثبت من أخطار لم تكن معروفة من قبل لتلك المبيدات على كل من صحة الإنسان، والتوازن البيئى، والحياة البرية؛ ولذا .. فإن معاملات المبيدات الحشرية الموصى بها فى هذا الجزء لا تعدو أن تكون نقطة ارتكاز؛ لينطلق منها القارئ إلى الاستغلال الأمثل لدور المبيدات فى المكافحة الحشرية.

الحفار

يَتْرُك الحفار أثناء تحركه فى التربة الرطبة أنفاقًا متعرجة، وهو يقرض جذور النباتات؛ مؤديًا إلى اصفرار أوراقها وذبولها.

ويكافح الحفار – عند ظهور الإصابة – باستعمال طعم سام يتكون من هوستاثيون ٤٠٪ بمعدل ١,٢٥ لترًا للفدان مع ١٥ كجم من الردة الناعمة التى تبلل بنحو ٣٠ لترًا من الماء (١,٥ صفيحة ماء)، وينثر الطعم المجهز على سطح التربة.

الدودة القارضة

تقرض الحشرة سيقان النباتات عند سطح التربة، وتكافح بمراعاة ما يلى:

١– الحرث الجيد. وترك الأرض معرضة لأشعة الشمس بعد الحرث.

٢– جمع اليرقات التى تكون مختبئة فى التربة أسفل النباتات المصابة وإعدامها.

٣– استعمال طعم يتكون إما من الهوستاثيون ٤٠٪، وإما من المارشال ٢٥٪ بمعدل ١,٢٥ لتر من أى منهما، ويخلط بنحو ٢٥ كجم من الردة الناعمة المبللة بنحو ٣٠ لترًا من الماء، وينثر على سطح التربة.

الجعال

إن من أهم وسائل مكافحة يرقات الجعال ما يلى:

١– تعقيم الأسمدة الحيوانية قبل إضافتها للتربة. ويفيد فى القضاء على اليرقات – كذلك – خلط كلوريد الكالسيوم بأكوام السماد.

٢– تعقيم التربة.

٣– يوصى فى الحقول غير المعقمة مكافحة يرقات الجعال قبل الزراعة باستعمال الديازينون ٥٪ بمعدل ٣٥ كجم للفدان، أو الديازينون ١٠٪ بمعدل ٢٠ كجم للفدان، أو السيفيدرول ٨٪ بمعدل ٤٠ كجم للفدان. ينثر المبيد على سطح الأرض، ويخلط بالتربة جيدًا، ثم يقسم الحقل إلى أحواض ويروى رية خفيفة، وذلك قبل إعداده للزراعة.

٤– استعمال مصائد مائية ذات لون أزرق فاتح لجذب الخنافس وقتلها.

٥– يفيد رش سطح التربة أو تعفيره بالكبريت بعد الرى فى تجفيف اليرقات التى تتواجد فى الطبقة السطحية من التربة.

٦– استعمال بعض المبيدات، مثل الموكاب Mocap بمعدل ١٥ كجم/فدان، والفيورادان Furadan بمعدل ١٥ كجم/فدان، والدايازينون Diazinon، مع ضرورة تقليبها جيدًا فى التربة لكى تتحقق الفائدة المرجوة منها.

دودة ورق القطن

تتغذى دودة ورق القطن *Spodoptera littoralis* على الأوراق وتحدث بها ثقوبًا غير منتظمة الشكل.

اليرقة حديثة الفقس لونها أخضر مصفر. ورأسها سوداء. أما اليرقة الأكبر سنًّا فلونها زيتونى أو رمادى أو أسود، على ظهرها خط وسطى أصفر. وعلى جانبيه خطان آخران لونهما أصفر كذلك. وتوجد بقع سوداء على الظهر.

ومن أهم طرق مكافحة دودة ورق القطن ما يلى:

١– حرث الأرض وعزقها جيدًا لإبادة اليرقات والعذارى التى قد توجد فى التربة.

٢– إحاطة الحقل بالجير الحى لمنع انتقال الدودة إليه من الحقول المجاورة.

٣– التخلص من الحشائش التى تتربى عليها اليرقات.

٤– جمع اللطع باليد لأطول فترة ممكنة قبل بدء المكافحة الكيميائية.

٥- الرش - عند ظهور الإصابة - بأحد المبيدات التالية:

اللانيت ٩٠٪	بمعدل ٣٠٠ جم للفدان.
اللانيت ٢٠٪	بمعدل ١ ١/٤ لترًا للفدان.
المثيامنين ٩٠٪	بمعدل ٣٠٠ جم للفدان.
الريلدان ٥٠٪	بمعدل لتر واحد للفدان.
الجاردونا ٧٠٪	بمعدل ٢,٥ لترًا للفدان.
السيليكرون ٧٢٪	بمعدل ٣/٤ لتر للفدان.
النيودرين ٩٠٪	بمعدل ٣٠٠ جم للفدان
النيودرين ٢٥٪	بمعدل لتر واحد للفدان.

وباستثناء الجاردونا .. فإن جميع المبيدات الأخرى يجب أن يوقف استعمالها قبل بداية الحصاد بنحو أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع.

٦- الرش بأحد التحضيرات التجارية للبكتيريا *Bacillus thuringiensis* - مثل إى جى إكس EGX، وفلورباك Florbac، وبيوبت Biobit، ودايبل ٢ إكس، وبروتكتو.

المنّ

يكافح المنّ بالوسائل التالية:

الممارسات الزراعية وبدائل المبيدات

من أهم الممارسات الزراعية التى تفيد فى مكافحة المنّ، ما يلى:

١- تأمين فترة عزل زمنى بين الزراعات المنتهية والزراعات الجديدة.

٢- استعمال أغطية نباتية من البوليستير أو البولى بروبلين، وقد أسلفنا مناقشة هذا الموضوع.

٣- استعمال أغطية بلاستيكية أو ألومنيومية للتربة تكون عاكسة للضوء، وقد أسلفنا مناقشة هذا الموضوع كذلك.

٤- الاتزان الغذائى وعدم الإفراط فى التسميد الآزوتى باليوريا مع الاهتمام بالتسميد البوتاسى.

٥- إزالة الحشائش داخل وخارج الحقل.

٦- عند بدء الإصابة بالمنّ بوجود أفراد مجنحة أو مستعمرة صغيرة يمكن الرش بأحد البدائل الآتية:

أ- إم بيد ٤٩٪ سائل بمعدل لتر واحد/١٠٠ لتر ماء.

ب- ديترجنت سائل بمعدل ٢٥٠ مل(سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء، علمًا بأن الصابون يجرد المن من غطائه الشمعي؛ مما يعرضه للجفاف.

جـ- الزيوت المعدنية الصيفية مثل: كيميسول ٩٥٪ مستحلب، أو زيت سوبر مصرونا ٩٤٪ مستحلب، أو زيت سوبر رويال ٩٥٪ مستحلب، أو زيت كزد أويل ٩٥٪ مستحلب بمعدل لتر واحد/١٠٠ لتر ماء، أو زيت ناتيرلو ٩٠٪ مستحلب بمعدل ٦٢٥ سم^{٣}(مل)/١٠٠ لتر ماء. وتفضل مكافحة المنّ في صورة بقع قبل انتشار الإصابة في باقي الحقل.

٧- مكافحة النمل الذي يقوم بنقل المنّ من مكان لآخر، مع ما يتضمنه ذلك من نشر للفيروسات التي يحملها المنّ.

٨- التعفير بالـ Diatomaceous earth الذي يؤدي إلى قتل المنّ.

٩- استعمال المصائد الصفراء اللاصقة.

١٠ - الرش بالبيرثرم أو بالروتينون.

١١- زراعة النباتات الطاردة، والتي منها: الينسون والشيف والكسبرة والثوم والبصل والفجل.

المكافحة الحيوية

يكافح المنّ حيويًا باستعمال المتطفلات والمفترسات، ومن أهمها ما يلي:

١- البيوفلاي ٣ × ١٠^{٧}/مل بمعدل ٢٠٠ مل/١٠٠ لتر ماء.

٢- يفيد استعمال الفطر *Verticillium lecanii* في المكافحة الحيوية للمنّ *Macrosiphum euphorbiae* (Askary وآخرون ١٩٩٨).

٣- استعمال المفترسات، مثل: الـ

أبو العيد Ladybugs   يرقات أسد المن Green lacewings

ذبابة السرفس Syrphid.

٤- يمكن مكافحة المنّ - وخاصة: *Macrosiphum euphorbiae*، و *Myzus persicae*

– بواسطة المفترس *Aphidoletes aphidimyza*، والطفيليات: *Aphidius matricariae*، و *A. colemani*، و *Aphelinus abdominalis* (Granges & Leger ١٩٩٥). وفي دراسة موسعة عن استعمال المتطفل *A. colemani* في مكافحة المنّ *Aphis gossypii* في زراعات الخيار المحمية في هولندا، وجد أن الطفيل يقضي على المنّ في الحال إذا وضع بأعداد كبيرة (حوالى ١٠٠ أنثى) كل ١٥ يومًا، حيث كان التطفل كاملاً من أول يوم، وساعد تكاثر الطفيل على استمرار عملية التطفل قبل إضافة الطفيل من جديد بعد ١٥ يومًا. وكانت تلك المعاملة بالطفيل أفضل من إضافته بنصف العدد كل أسبوع، أو إضافته بربع العدد مرتان أسبوعيًا. هذا .. إلا أن هذا الطفيل لم يكن على درجة عالية من الكفاءة في مكافحة المن في الجو الحار الذى يناسب التكاثر السريع للمنّ (Steenis & El-Khawass ١٩٩٦). وفي دراسة أخرى .. حصل Harizanova & Ekbom (١٩٩٧) على نتائج إيجابية من استعمال *A. colemani*، و *A. aphidimyza* في مكافحة المنّ *A. gossypii*، وقد كانت اليرقة الواحدة من *A. aphidimyza* قادرة – في المتوسط – على قتل ٢٣,٨ فردًا من المنّ خلال مراحل تطورها.

كما كوفح المنّ حيويًا بنجاح باستعمال كل من (Sterk & Meesters ١٩٩٧):

A. matricariae	*Aphelinus abdominalis*
Hippodamia convergens	*A. ervi*

المبيدات

إن من أهم المبيدات المستعملة في مكافحة المنّ؛ ما يلى:

بريمور ٥٠٪ بمعدل ٢٥٠ جم في ٤٠٠–٦٠٠ لتر ماء للفدان.

ملاثيون ٥٧٪ بمعدل لتر واحد في ٤٠٠–٦٠٠ لتر ماء للفدان.

أكتيلك ٥٠٪ بمعدل ١,٥ لتر في ٤٠٠–٦٠٠ لتر ماء للفدان.

كاراتي بمعدل ٥٠ مل(سم٣)/١٠٠ لتر ماء.

أكترا بمعدل ٤٠ جم للفدان رشًا أو مع ماء الرى بالتنقيط، مع تكرار المعاملة كل ٧–١٠ أيام حسب شدة الإصابة.

تشس Chess بمعدل ١٦٠ جم للفدان رشًا أو مع ماء الرى بالتنقيط مع تكرار المعاملة كل ٥ أيام حسب شدة الإصابة.

الريلدان ٥٠٪ بمعدل ٥٠٠ مل للفدان.

المارشال ٢٥٪ بمعدل ٦٠٠ جم للفدان.

ثوكيثون مستحلب بمعدل ١,٢ لترًا للفدان.

ومن المبيدات الأخرى التى يمكن استعمالها فى مكافحة المنّ، ما يلى (عن Johnson ١٩٩٧).

الجوثيون	Guthion .
الدايازينون	Diazinon .
الداى سيستون	Di-syston .
الثيودان	Thiodan .
اللانيت	Lannate .
الداى بروم	Dibrom .
البيرينون	Pyrenone .

إن الأفراد المجنحة التى تصل إلى الحقل من الحقول المجاورة هى التى تقوم بنقل الأمراض الفيروسية إلى النباتات، وهى التى يجب الاهتمام بتوجيه المكافحة الكيميائية إليها. وتزداد أعداد الأفراد المجنحة فى نهاية مارس وفى شهر أكتوبر (عبدالسلام ١٩٩٣).

الذبابة البيضاء

إن الخطر الرئيسى للذبابة البيضاء هو نقلها لعديد من الفيروسات الهامة. ولسنا هنا بصدد الحديث عن وسائل تجنب الإصابات الفيروسية؛ فلذلك موضعه الخاص به من الكتاب، ولكننا نتعرض — الآن — لوسائل مكافحة الذبابة البيضاء كحشرة، مع التعرض لطرق الحد من أخطارها والحد من أخطارها كناقل للفيروسات.

ومن أهم طرق مكافحتها والحد من أخطارها ما يلى:

الأساليب الزراعية

من أهم الأساليب الزراعية التى تتبع فى مكافحة الذبابة البيضاء، ما يلى:

١- عدم زراعة أحد المحاصيل الجديدة قبل التخلص الكامل من الزراعات القديمة

القريبة منها، وخاصة فى الحالات التى تكون فيها الزراعات القديمة مصابة بشدة بالحشرة وبالفيروسات التى تنقلها إليها الحشرة.

٢- التغطية المحكمة للمشاتل بأغطية البوليسترين أو البولى بروبلين (مثل غطاء Agryl P17)؛ لمنع وصول الذبابة البيضاء إلى النباتات.

٣- بالنسبة للزراعات المحمية .. يراعى:

أ- إحكام سد جميع منافذ التهوية بالشباك الدقيقة غير المنفذة للحشرة.

ب- تثبيت غطاء من البولى بروبلين حول وسائد التبريد — إن وجدت — لتجميع الذباب الأبيض الذى يُسحب إلى داخل الصوبة — عند تشغيل المراوح — داخل تلك الأغطية.

جـ- استعمال مصائد للذباب عبارة عن لوحات صفراء عليها مادة لاصقة؛ حيث تنجذب إليها الحشرة، ثم تلتصق بها.

٤- استعمال أغطية التربة البلاستيكية والألومنيومية العاكسة للضوء والطاردة للحشرة، وقد أسلفنا بيان ذلك.

٥- استعمال أغطية النباتات الطافية (أغطية البوليسترتين والبولى بروبلين)، وقد سبقت مناقشة هذا الموضوع كذلك.

بدائل المبيدات

يوصى بمكافحة الذبابة البيضاء باستعمال بدائل المبيدات من الزيوت والصابون السائل والزيوت المعدنية وغيرها، كما يلى:

١- الصابون السائل، مثل إم بيد ٤٩٪ مستحلب بمعدل ١,٥ لتر/١٠٠ لتر ماء.

٢- الزيوت، مثل زيت كيميسول ٩٥٪ مستحلب، أو زيت سوبر مصرونا ٩٤٪ مستحلب، أو زيت سوبر رويال ٩٥٪ مستحلب، أو زيت كزد أويل ٩٥٪ مستحلب بمعدل لتر واحد/١٠٠ لتر ماء، أو زيت طبيعى ناتيرلو ٩٠٪ مستحلب بمعدل ٦٢٥ مل (سم^{3})/١٠٠ لتر ماء.

٣- الرش بالمنظفات الصناعية:

أوضحت دراسات Varvrina وآخرين (١٩٩٥) أن المنظفات الصناعية المنزلية السائلة Liquid Household Detergents كانت أكثر سمية لحوريات الذبابة البيضاء — تحت

ظروف المختبر — من تحضيرات الصابون التجارية المستخدمة كمبيدات حشرية Commercial Insecticidal Soap. وقد استخدم فى هذه الدراسة المنظف الصناعى التجارى New Day الذى يحتوى على ٢٦٪ sodium dodecyl benzene sulphonate، و sodium laurylether sulphate، مقارنة بالمبيد الحشرى الصابونى M-Pede الذى يحتوى على ٤٩٪ ملح بوتاسيوم لحامض دهنى طبيعى. ووجد أن المعاملة بالمنظف الصناعى أسبوعيًا بتركيز ٠,٢٥٪ – ٠,٥٠٪ – بداية من بعد الشتل بأسبوعين – لم يكن لها أية تأثيرات سلبية على النمو الخضرى لنباتات الطماطم أو المحصول.

٤– المعاملة بالمضادات الحيوية:

أظهرت دراسات Costa وآخرين (١٩٩٣أ) إمكانية استخدام مضادات الحيوية – مثل oxytetracycline hydrochloride – فى إضعاف نمو الحشرة وتكاثرها، وإضعاف نمو نسلها. وقد أثر هذا المضاد الحيوى على كائنات دقيقة تعيش فى أجساد الحشرة الكاملة وحورياتها، وهى كائنات يعتقد فى أنها تعيش معيشة تعاونية مع الحشرة وتتبادل معها المنفعة. وقد أوضحت هذه الدراسة أن معاملة إناث الحشرة بالمضاد الحيوى قلل من قدرة نسلها على إحداث أعراض التلون الفضى فى الكوسة.

المكافحة الحيوية

تكافح الذبابة البيضاء حيويًا بالوسائل التالية:

١– استعمال المتطفلات الفطرية:

من بين المتطفلات المتوفرة محليًا، ما يلى:

أ– البيوفلاى ٣ × 10^7/مل (سم^3) بمعدل ٢٠٠ مل/١٠٠ لتر ماء.

ب– ناتوراليس ٢,٣ × 10^7 وحدة/مل بمعدل ١٠٠ مل/١٠٠ لتر ماء.

إن المنتج التجارى "بيو–فلاى Bio-Fly" عبارة عن معلق من الجراثيم الكونيدية للفطر *Beauveria bassiana*، الذى تنسب إليه خاصية التطفل على الذبابة البيضاء والقضاء عليها. وتوصى نشرة المبيد باستعماله رشًا كل ثلاثة أيام إلى خمسة أيام، بحد أدنى أربع رشات.

ومن أهم التحضيرات التجارية الفطرية المتوفرة عالميًا والمستعملة في المكافحة الحيوية للذبابة البيضاء، ما يلي:

الفطر	التحضير التجاري	الزراعات التي يستعمل فيها
Beauveria bassiana	BotaniGard	المحمية
	Ago Biocontrol Beauveria	المحمية والحقلية
	Bea-Sin	المحمية والحقلية
	Boveril PM	المحمية
Paecilomyces fumosoroseus	FreFeRal	المحمية
	Pae-Sin	المحمية والحقلية
Verticillium lecanii	Ago Biocontrol Verticillium	المحمية
	Mycotal	المحمية والحقلية

يستعمل Mycotal – على سبيل المثال – بالرش ٢-٤ مرات على فترات أسبوعية أو كل خمسة أيام مع استعمال ٣ كجم/هكتار (١,٢٥٠ كجم/فدان) في كل رشة علمًا بأن كل كيلوجرام يحتوى على ١ × ١٠^١٣ جرثومة كونيدية (Faria & Wraight ٢٠٠١).

٢- استعمال المتطفلات والمفترسات الحشرية:

إن من أهم الأعداء الطبيعية للذبابة البيضاء الزنابير، ومن أهم أنواعها: *Encarsia formosa*، و *Eretmocerus haldmani*، و *Eretmocerus califrnicus*. تضع إناث الزنابير بيضها على يرقات، وحوريات، وعذارى الذبابة البيضاء. وبعد فقس البيض، تتغذى يرقات الزنابير على سوائل جسم هذه الأطوار من حشرة الذبابة البيضاء. تعمل هذه المتطفلات بصورة طبيعية فى الزراعات الحقلية التى يقل أو ينعدم فيها استعمال المبيدات. وتجدر الإشارة إلى أن الزيادة الهائلة التى حدثت فى أعداد الذبابة البيضاء خلال الربع الأخير من القرن العشرين كان مردها إلى القضاء على تلك الأعداء الطبيعية بسبب التوسع الذى حدث فى استخدام المبيدات بوجه عام.

ومن الحشرات المفترسة التى استعملت بنجاح فى مكافحة ذبابة البيوت المحمية البيضاء فى الخيار الخنفساء mired bug (أو *Dicyphus tamaninii*)، وهى التى أفادت كذلك فى مكافحة حشرة التربس دون أن تُحدث أية تأثيرات ضارة بثمار الخيار (Gabarra وآخرون ١٩٩٥).

المكافحة بالمبيدات

تؤثر المبيدات على الطور الكامل لحشرة الذبابة البيضاء، لكنها لا تؤثر على الأطوار الأخرى. ويمكن أن يبقى البيض دون فقس لمدة طويلة، ثم يفقس بعد زوال أثر المبيد، كذلك يوجد للحوريات والعذارى غطاء شمعي يحميها من المبيدات.

يراعى أن يكون الرش تحت ضغط عال، وأن يعم جميع أجزاء النبات، والحشائش، وكل سطح التربة، مع إيقاف الرش قبل بداية حصاد الثمار بأسبوعين إلى ثلاثة أسابيع.

ومن المبيدات المستعملة فى كاليفورنيا لمكافحة الذبابة البيضاء فى القرعيات، ما يلى (عن Univ. Calif. ١٩٩٦):

المبيد	التحضير التجارى
إميداكلوبرد Imidacloprid	أدماير Admire
بايفنثرين Bifenthrin	كابتشر Capture
برمثرين Permethrin	باونس Pounce
إندوسلفان Endosulfan	ثيودان Thiodane
أوكساميل Oxamyl	فايدت Vydate
إسفنفاليريت Esfenvalerate	أسانا Asana
ميثاميدوفوس Methamidophos	مونيتور Monitor
أزينوفوس ميثيل Azinophosmethyl	جوثايون Guthion

ومن أهم المبيدات المستخدمة فى المكافحة، ما يلى:

سليكرون ٧٢٪ بمعدل ٧٥٠ مل (سم٣) فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان.

أكتليك ٥٠٪ بمعدل ١,٥ لتر فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان.

مارشال ٢٥٪ بمعدل ٨٠٠ جم فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان.

كاراتى بمعدل ٥٠ مل (سم٣)/١٠٠ لتر ماء.

أكترا Actara بمعدل ٨٠ جم للفدان رشًا أو مع مياه الرى بالتنقيط مع تكرار المعاملة كل ٧–١٠ أيام حسب شدة الإصابة.

تشس chess بمعدل ٤٨٠ جم للفدان رشًا أو مع مياه الرى بالتنقيط، مع تكرار المعاملة كل ٥ أيام حسب شدة الإصابة.

يعتبر إميداكلوبرد Imidacloprid — وهو مبيد جهازى — من أشد المبيدات فتكًا بالذبابة البيضاء. ومن تحضيراته التجارية أدماير Admire، وأدفانتج Advantage، وكونفيدور Confidor، وجاوشو Gaucho، وجروبكس Grubex، وماراثون Marathon، وميريت Merit، وبوينتر Pointer، وبريمير Premier، وبريمز Premise، وبروفادو Provado، وزيلمون Zelmone. يعطى المبيد أفضل نتائجه إذا أضيف إلى التربة مع مياه الرى بالتنقيط، أو سقيًا للنباتات عند قاعدة الساق، ونظرًا لأن هذه الطريقة فى استعمال المبيد لا تتفق مع توصيات استعماله (وهى الرش بالنسبة للأدماير، وبمعاملة البذور بالنسبة للجاوشو) .. فإنه يفضل قصر استخدامها على المراحل المبكرة للنمو النباتى.

أما المبيد أكترا Actara، فهو ينتمى إلى مجموعة الـ Neonicotinoids، واسمه العادى ثياميثوكسام Thiamethoxam، ويُعد فعالاً ضد أكثر من ٧٠ نوعًا من الحشرات، وهو مبيد جهازى ويمكن استعماله مع معظم محاصيل الخضر.

ومن أكثر المبيدات تأثيرًا فى مكافحة الذبابة البيضاء — من بين تلك التى ظهرت حديثًا نسبيًّا — الـ nicotinoids، ومنظمات النمو الحشرية insect growth regulators (اختصارًا: IGR).

تعد الـ nicotinoids مبيدات جهازية تؤثر فى الجهاز العصبى، حيث تستهدف مستقبلات الـ acetylcholine فى الجهاز العصبى للحشرة. وقد كان الإميداكلوبرد imidacloprid هو أول ما سُجِّل من المبيدات من تلك المجموعة، وهو المسئول الأول عن الحد من أخطار الذبابة البيضاء فى الإنتاج الزراعى على المستوى العالمى.

كذلك لعبت الـ IGRs — مثل الـ buprofezin (وهو مانع لتمثيل الشيتين)، والـ pyripoxyfen (وهو شبيه بهرمون الحداثة) — لعبت أدورًا هامة فى مكافحة الذبابة البيضاء، وخاصة على القطن فى الولايات المتحدة.

هذا .. إلا أن الاعتماد المكثف على تلك المبيدات فى مكافحة الذبابة البيضاء أدى إلى ظهور أجيال جديدة أقل تأثرًا بها.

ومن بين تحضيرات منظمات النمو الحشرية التجارية المستخدمة فى مكافحة الذبابة البيضاء، ما يلى:

Dimlin	Adept
Citation	Azatin
Distance	Precision
Nemazad	Enstar II
Preclude	Neemix
	Pyrigo

صانعات الأنفاق

تعيش يرقات صانعات الأنفاق (*Lyromiza trifollii*، و *L. sativae*، و *L. bryoniae*)، وتتغذى وتتجول فى أنسجة الورقة بين البشرتين محدثة أنفاقًا واضحة بها، وتقلل من كفاءتها فى عملية البناء الضوئى، كما تؤدى إلى سقوطها، وتعريض الثمار للإصابة بلفحة الشمس.

وتكافح صانعات الأنفاق بالرش بالباراثيون، والدايازينون Diazinon، والمونيتور Monitor، والدايمثويت، والفايدت Vydate. كما أمكن القضاء عليها باستعمال المبيد تريبون Tripon.

ومن الضرورى استبعاد جميع الشتلات المصابة عند الزراعة.

وللمكافحة الحيوية يمكن استعمال المتطفل *Diglyphus isaea* لمكافحة *L. bryoniae* فى الزراعات المحمية (Ushchekov ١٩٩٤)، وكذلك استعمال *D. begini*، و *Chrysocharis parksi*، وجميعها من الزنابير المتطفلة.

ومن بين بدائل المبيدات التى يمكن استعمالها، ما يلى:

١- الرش بزيت النيم.

٢- الرش الوقائى بالزيوت المعدنية الصيفية (سوبر مصرونا أو سوبر رويال أو ك زد) بمعدل لتر واحد/١٠٠ لتر ماء.

٣- الرش بالزيت الطبيعى (ناتيرلو) بمعدل ١ لتر/١٠٠ لتر ماء، ويتم الرش أسبوعيًا بهذه المركبات بالتبادل حتى يتم نقل الشتلات.

٤- الرش بالمركبات الحيوية، مثل الآجرين، والدايبل ٢ إكس، والبروتكتو.

ذبابة المقات

تكافح ذبابة المقات بمراعاة ما يلى:

١- جمع الثمار المصابة وإعدامها خارج الحقل.

٢- زراعة حزام من الذرة حول زراعات القرعيات.

٣- الرش بالدبتركس ٨٠٪ بمعدل ٢ كجم فى ٤٠٠-٦٠٠ لترًا ماء للفدان ويبدأ الرش بمجرد عقد الثمار.

ذبابة الفاصوليا

تشتد الإصابة خلال شهر أغسطس؛ لذا .. فإن تأخير الزراعة إلى الأسبوع الأخير من أغسطس وأوائل سبتمبر يفيد كثيرًا فى الحد من شدتها. ومع ذلك .. فإنه يوصى برش النباتات وقائيًّا بالسيفين ٨٥٪ القابل للبلل، بمعدل ١,٥ كجم فى ٤٠٠ لتر ماء، ويكون الرش بمجرد تكامل الإنبات (فى العروة الخريفية فقط)، ثم كل أسبوعين بعد ذلك، إلى أن يبلغ عمر النبات حوالى شهرين، ويوقف الرش عند التزهير.

دودة أو فراشة درنات البطاطس

تصيب هذه الحشرة نباتات البطاطس — بشدة — فى العروة الصيفية خلال شهرى مارس وأبريل، وتقل الإصابة كثيرًا فى العروة الخريفية، كما أنها تصيب الدرنات فى المخازن والنوالات، وتتشوه الدرنات المصابة، وتصبح غير صالحة للتسويق، وتزيد الإصابة بالحشرة من فرصة إصابة الدرنات بالكائنات الدقيقة المسببة للعفن.

كذلك تصيب الحشرة أوراق وثمار الطماطم خلال شهى مايو ويونيو.

ولمكافحة دودة درنات البطاطس فى البطاطس تجب مراعاة ما يلى:

أولاً: فى الحقل

١- اتباع دورة زراعية مدتها بين ٣ و ٥ سنوات، مع تجنب زراعة الطماطم والفلفل والباذنجان فى الحقول المجاورة للبطاطس.

٢- التبكير فى زراعة العروة الصيفية قدر الإمكان؛ تجنبًا للإصابة الشديدة فى مارس وأبريل.

٣- عدم استخدام تقاو مصابة فى الزراعة.

٤- تفضل الزراعة فى الأراضى الخفيفة.

٥- يحسن أن تكون الزراعة عميقة؛ حتى تتكون الدرنات عميقًا فى التربة، مع تغطية الشقوق عند العزق، علمًا بأن الدرنات التى توجد على عمق ٥ سم لا تصل إليها اليرقات.

٦- التخلص من الحشائش التى تصاب بالحشرة؛ مثل الداتورة.

٧- يفيد الرى بالرش فى سد شقوق التربة ومنع وصول اليرقات إلى الدرنات.

٨- عدم تأخير الحصاد عما يلزم لاستكمال نضج الدرنات، مع عدم ترك المحصول على الأرض بعد الحصاد أكثر مما ينبغى، وخاصة أثناء الليل.

٩- يمكن استعمال المصائد الفرمونية لتقدير شدة الإصابة الحشرية فى الحقل.

١٠- جمع الأوراق المصابة بدودة درنات البطاطس وحرقها.

١١- زراعة الأصناف المقاومة.

١٢- رش نباتات العروة الصيفية المزروعة خلال شهرى يناير وفبراير ابتداء من شهر مارس، أو بعد الزراعة بثمانين يومًا فى الزراعات المبكرة (فى أواخر نوفمبر أو ديسمبر)، يستخدم لذلك سيفين ٨٥٪ بمعدل ٢ كجم للفدان، أو سيليكرون ٧٢٪ بمعدل ٧٥٠ مل للفدان، أو سيفين ٤٨٪ بمعدل ٣ لترات للفدان، تضاف إلى ٤٠٠-٦٠٠ لتر ماء. وتستعمل هذه المبيدات بالتناوب، ويلزم ٣-٤ رشات فى العروة الصيفية العادية. ويعتبر الرش بالسيفين علاجًا مشتركًا لكل من دودة درنات البطاطس وحفار ساق الباذنجان. على أن يوقف الرش قبل الحصاد بعشرة أيام.

١٣- يوصى كذلك بمكافحة دودة درنات البطاطس بالرش بمجرد ظهور الإصابة، ثم كل أسبوعين بعد ذلك بأحد البدائل التالية بالتناوب:

● زيت سوبر رويال ٩٥٪ مستحلب، أو زيت سوبر مصرونا ٩٤٪ مستحلب، أو زيت كزد أويل ٩٥٪ مستحلب، أو زيت كيميسول ٩٥٪ مستحلب بمعدل لتر واحد

من أى منها/١٠٠ لتر ماء، أو زيت ناتيرلو ٩٠٪ مستحلب بمعدل ٦٢٥ مل(سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء.

- دايبل ٢ إكس ٣٢٠٠٠ وحدة/مجم مسحوق بمعدل ٢٠٠ جم/فدان.
- بروتكتو ٣٢٠٠٠ وحدة/مجم مسحوق بمعدل ٣٠٠ جم/فدان.

١٤- عزل الدرنات المصابة بعد الحصاد.

ثانيًا: فى المخازن والنوالات:

١- يفضل التخزين فى الثلاجات عنه فى النوالات.

٢- تطهير المخازن قبل استعمالها بمستحلب السولار والصابون بمعدل لتر سولار، و ٥٠ جم صابون مع نصف لتر ماء، على أن يخفف المستحلب بالماء بنسبة ١ : ٤. ويكفى كل لتر من المستحلب المخفف لرش ٤م^{٢} من المخزن. ويلى ذلك مباشرة إغلاق المخزن لمدة ٤ أيام، على ألا يستعمل إلا بعد جفاف محلول الرش.

٣- تكافح الحشرة فى الدرنات المعدة لاستخدامها كتقاوٍ بتعفيرها بانتظام بأحد المبيدات التالية بالمعدلات المبينة قرين كل منها لكل طن من الدرنات المخزنة: سيفين ١٠٪ بمعدل ١,٥ كجم-أكتيلك ٢٪ بمعدل ٣ كجم - سوميثيون ٣٪ بمعدل ٢ كجم - سوميثيون ٣٪ بمعدل ١,٢٥ كجم + تكتو ٥٪ أو فيتافاكس/كابتان بمعدل ١,٢٥ كجم. وتفيد المبيدات الفطرية المخلوطة مع المبيدات الحشرية فى الوقاية من العفن. وتغطى الدرنات بعد ذلك جيدًا بقش الأرز.

٤- استعمال المصائد الضوئية والفيرمونية داخل النوالات.

٥- وضع شباك سلكية رفيعة على فتحات النوالات؛ لمنع دخول الفراشات.

٦- تعفير الدرنات المخزنة لأجل استعمالها كتقاو بالسوميثيون ٣٪ أو الأكتلك ٢٪ بمعدل ٣ كجم لكل طن من الدرنات، أو السيفين بمعدل ١,٥ كجم/طن. تفحص الدرنات بعد شهر من المعاملة، وتستبعد الدرنات المصابة، ثم يكرر التعفير.

كما يوصى فى مصر باستعمال أحد المبيدات التالية فى النوالات:

دلفين ٣٥٠٠٠ وحدة بمعدل ٣ كجم/طن من الدرنات.

دايبل ٢ إكس ٣٢٠٠٠ وحدة/مجم مسحوق بمعدل ١٥٠ جم/طن من الدرنات.

بروتكتو ٣٢٠٠٠ وحدة/مجم مسحوق بمعدل ١٥٠ جم/طن من الدرنات.

أما مكافحة الحشرة فى حقول الطماطم فإنها تجرى كما يلى:

ترش النباتات بالسيفين ٨٥٪ بمعدل ٢ كجم للفدان، مع إعادة الرش بعد ١٥ يومًا لحماية الثمار، ومع ضرورة التوقف عن الرش قبل الحصاد بنحو ١٠-١٥ يومًا.

أما أثناء الحصاد فإنه يمكن استعمال أحد المنتجات الحيوية، مثل آجرين، ودايبل ٢ إكس، وبروتكتو.

التربس

من بين أساليب المكافحة المتكاملة للتربس، ما يلى:

أ- الاهتمام بالعزيق وتعريض عذارى التربس للشمس.

ب- إزالة الحشائش.

جـ- الرش بأحد البدائل الآتية:

١- زيوت معدنية (سوبر مصرونا أو سوبر رويال أو ك زد) بمعدل لتر واحد/١٠٠ لتر ماء.

٢- الزيت الطبيعى (ناثيرلو) بمعدل ٦٢٥سم^3/١٠٠ لتر ماء.

٣- إم-بيد بمعدل لتر واحد/١٠٠ لتر ماء.

٤- صابون سائل بمعدل ٢٥٠سم^3/١٠٠ لتر ماء كل ثلاثة أيام إلى أن تنتهى الإصابة.

٥- التعفير بالكبريت الزراعى بمعدل ٥-١٠ كجم للفدان تبعًا للكثافة النباتية وحجم النباتات.

٦- تعريض النباتات لتيار قوى من ماء الرش فى الصباح الباكر لمدة ثلاثة أيام متتالية.

٧- الرش بمستخلص البصل والثوم.

٨- الرش بالبيرثرم والروتينون.

٩- يتوفر عديد من المبيدات لمكافحة التربس، منها الدولف، والدلتاثرين، والكونفيدور، والأكترا، والاسبينوساد كما في تريسر.

الفراشة ذات الظهر الماسى

تكافح الفراشة ذات الظهر الماسى فى محاصيل الخضر الصليبية بمراعاة ما يلى:

١- زراعة النباتات الصائدة:

يمكن زراعة الكولارد الذى تفضله الحشرة كنبات صائد لها حول حقول الكرنب (Mitchell وآخرون ٢٠٠٠).

٢- زراعة الأصناف المقاومة:

من بين أصناف الكرنب الحديثة الأقل قابلية للإصابة بالفراشة ذات الظهر الماسى الهجين Tropicana (Ivey & Johnson ١٩٩٧).

٣- المكافحة البيولوجية:

أفادت معاملة نباتات الكرنب بكونيديات الفطر *Beauveria bassiana* فى تقليل أعداد يرقات الفراشة ذات الظهر الماسى معنويًا؛ بما يعنى إمكان استعمال هذا الطفيل ضمن وسائل المكافحة المتكاملة للحشرة (Vandenberg وآخرون ١٩٩٨، و Acuna & Carballo ٢٠٠٠).

وأعطى استعمال البكتيريا *Bacillus thuringiensis* أفضل النتائج فى مكافحة الفراشة ذات الظهر الماسى مقارنة بعدد من المبيدات الحشرية (Justin وآخرون ١٩٩٠، و Acuna & Carballo ٢٠٠٠).

وتعتمد المكافحة المتكاملة للفراشة ذات الظهر الماسى على استعمال البكتيريا *B. thuringiensis*، وأربعة متطفلات، هى الزنابير: *Diadegma semiclausum*، و *Cotesia plutellae*، و *Diadromus collaris*، و *Oomyzus sokoloskii*، علمًا بأنه لا يلزم إطلاق هذه المتطفلات سوى مرة واحدة فقط، حيث يمكنها البقاء والتكاثر بصورة طبيعية بعد ذلك، ولكن استعمال المبيدات يقضى عليها (AVRDC Centerpoint — العدد الأول من المجلد الحادى عشر لعام ١٩٩٣، و Talekar ١٩٩٦). وقد تأكدت

أهمية استعمال كلا من *B. thuringiensis*، و *D. semiclausum*، و *C. plutellae*، فى مكافحة الحشرة بأبحاث لاحقة (Sastrosiswojo ١٩٩٦، و Amend & Basedow ١٩٩٧، و Saucke وآخرون ٢٠٠٠).

٤- استعمال بدائل المبيدات:

أفاد استعمال المركب أزاديراكتين Azadirachtin المستخلص من نبات النيم *Azadirachta indica* بمعدل ٣٣ جم للهكتار (١٤ جم للفدان) أو مع الإم بيد M-Pede فى مكافحة الفراشة ذات الظهر الماسى، والـ cabbage looper، ولكنه لم يكن مفيدًا فى مكافحة الذبابة البيضاء (Saucke ١٩٩٤، و Leskovar & Boales ١٩٩٦، و Saucke وآخرون ٢٠٠٠).

٥- المكافحة بالمبيدات:

يفيد فى مكافحة الفراشة ذات الظهر الماسى استعمال المبيدات التالية:

Malathion	Endosulfan
Match	Diazinon
Mustang	Cryolite
	Warrior

وقد أعطى مخلوط من مبيد bifenthrin l e. c. مع prothiofos 50 e. c. بنسبة ١ من الأول إلى ٥ من الثانى أفضل مكافحة للفراشة ذات الظهر الماسى (Chung وآخرون ١٩٩٧)، بينما حُصل على أفضل مكافحة باستعمال الجرعة الكاملة من المبيد كارتاب Cartap (Acuna & Carballo ٢٠٠٠).

خنفساء الخيار المخططة

يفيد فى مكافحة خنفساء الخيار المخططة *Acalymma vittatum*، ما يلى:

١- زراعة الأصناف التى تكون أقل جاذبية للحشرة أو الأقل قابلية للإصابة بالذبول البكتيرى الذى تقوم الحشرة بنقل البكتيريا المسئولة عنه.

٢- اتباع دورة زراعية ثنائية أو ثلاثية.

٣- حراثة المخلفات النباتية عميقًا فى التربة.

٤- استعمال الأغطية النباتية من الزراعة إلى الإزهار.

٥- زراعة النباتات الصائدة التى تجذب الحشرة إليها، مثل صنف الكوسة الزوكينى Dark Green Zucchini، وكذلك الكوسة Blue Hubbard. تزرع النباتات الصائدة مبكرًا وفى مواقع تحيط بحقل الزراعة، وبعد أن تقوم بفعلها وتجذب إليها الحشرة يتم رشها بأحد المبيدات القوية.

٦- جذب الحشرة البالغة لشرائط صفراء لاصقة، مع تجديدها بانتظام لأنها تصبح بعد فترة مشبعة بالخنفساء والبقايا النباتية.

٧- الزراعة بالشتلات بدلاً من الزراعة بالبذور، حيث تكون النباتات فى حالة الزراعة بالشتل أكبر عمرًا عند وصول الخنفساء؛ ومن ثم أكثر قدرة على تحمل الإصابة.

٨- الرش مرتان أسبوعيًا بطين الكاولين Kaolin الذى يتوفر فى المنتج التجارى سَرُوند Surround.

٩- الرش بالبيرثرم، أو بمخلوط منه مع الكاولين.

١٠- المعاملة بالنيماتودا المتطفلة على الحشرة، ولكنها تقلل فقط أعداد الحشرة ولا تعطى مكافحة تامة.

١١- الرش بالروتينون (Cornell University – الإنترنت – ٢٠٠٦).

خنفساء الكوسة

إن أفضل الوسائل لمكافحة خنفساء الكوسة *Anasa tristis*، كما يلى:

١- اتباع دورة زراعية ثنائية أو ثلاثية.

٢- عدم ترك مخلفات قرعيات فى مواقع تسمح ببقاء الحشرة عليها فى غير مواسم الزراعة؛ فهى يجب أن تحرث عميقًا فى التربة لكى تتحلل.

٣- المكافحة الحيوية بتشجيع تكاثر الذبابة *Trichopoda pennipes* التى تتطفل على الطور الكامل للحشرة، كما أن عدة أنواع من الزنابير تتطفل على بيض الخنفساء.

٤- تفضل خنفساء الكوسة الأراضى التى توفر حماية لها من الأعداء الطبيعية؛ ولذا فإن أعداءها تزداد عند استعمال أغطية التربة أو عند الزراعة دون إزالة للغطاء النباتى (نظام عدم الحراثة no-till system)؛ الأمر الذى يتطلب عدم اتباع تلك الأساليب فى

الإنتاج عندما تكون الظروف مواتية لزيادة أعداد الحشرة، وخاصة عند القرعيات الشديدة القابلية للإصابة بها مثل الكوسة.

٥- استعمال بدائل المبيدات، مثل:

أ- البيرثرم pyrethrum على الحوريات الصغيرة.

ب- النيم.

جـ- السابادیلا.

د- مخلوط من الصابون السائل مع الـ isopropyl alcohol.

هـ- الروتينون.

ناخرات سيقان الكوسة

إن أفضل الوسائل لمكافحة حشرة ناخرات سيقان الكوسة *Melitta cucurbitae* — التي تصيب كلا من الكوسة والقرع العسلي مسببة ذبولهما — ما يلي:

١- زراعة الطرز المقاومة، مثل الـ butternut squash (وهو *Cucurbita moschata*)، بينما تعد أصناف الكوسة والقرع العسلي وقرع الشتاء قابلة للإصابة.

٢- قلب بقايا النباتات عميقًا فى التربة بعد انتهاء الحصاد لدفن يرقات الحشرة.

٣- اتباع دورة زراعية ثنائية أو ثلاثية.

٤- استعمال الأغطية النباتية floating row covers من الزراعة أو الشتل حتى الإزهار.

٥- قد يفيد الرش بالمبيدات عند قاعدة النباتات قبل حدوث الإصابة، ولكن استعمال المبيدات لا يجدى مع النبات التى تكون قد أصيبت بالفعل.

الاكاروسات

العنكبوت الأحمر العادى

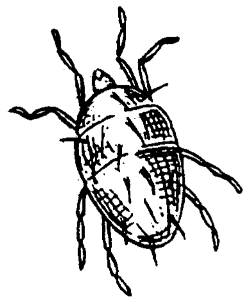
يعرف العنكبوت الأحمر العادى بالاسم العلمى *Tetranychus urticae* (شكل ١٣-٧).

ولهذه الآفة مدى واسع جدًا من العوائل، يتضمن كل محاصيل الخضر تقريبًا. وهى تتغذى بثقب السطح السفلى للأوراق بواسطة زائدتين شوكيتين لامتصاص العصارة؛ فتتلون الأوراق باللون الأصفر، ثم باللون البنى.

تختلف فترة دورة حياة العنكبوت الأحمر حسب الظروف الجوية؛ ففى حرارة ٣٠°م يمكن أن تعيش الإناث لمدة ٣٠ يومًا تنتج خلالها جيلاً جديدًا كل ٨ أيام وفى حرارة ١٢°م تستغرق دورة الحياة ٤٠ يومًا.

يتواجد العنكبوت الأحمر طول العام، ويعيش بأعداد كبيرة على أوراق النبات، وخاصة على السطح السفلى، وينسج عليها نسيجًا رقيقًا يعيش تحته، ويمتص العصارة النباتية.

وتتميز الإصابة بظهور بقع حمراء اللون، أو صفراء باهتة على الأوراق. وقد تسقط الأوراق فى حالات الإصابة الشديدة.



شكل (١٣-٧): العنكبوت الأحمر العادى.

وينتشر العنكبوت الأحمر بالوسائل التالية:

١- ذاتيًا عن طريق المشى، أو على الخيوط التى يغزلها بين الأفرع النباتية المتقاربة، أو بواسطة تلامس أوراق النباتات المتجاورة.

٢- مع الرياح، أو عائمًا على سطح الماء، أو مع العاملين أثناء تحركهم فى الحقل.

تضع إناث الحشرة بيضها منفردًا على السطح السفلى للأوراق، أو على البراعم، أو السيقان. يفقس البيض فى الجو الدافئ بعد نحو ٣-٤ أيام معطيًا يرقات ذات ثلاثة أزواج من الأرجل، تتغذى لمدة يوم واحد أو أكثر قليلاً، ثم تدخل فى طور سكون أول لمدة تماثل مدة تغذيتها، ثم تنسلخ إلى حورية يكون لها أربعة أزواج من الأرجل، وتتغذى لمدة يوم واحد أو أكثر قليلاً، ويتكرر السكون والانسلاخ لتخرج الحورية الثانية؛ التى تكون أكبر من الأولى ومشابهة فى الشكل للذكر أو الأنثى، ثم يخرج

الطور البالغ. وتستغرق مدة الأطوار غير الكاملة فترة تتراوح بين ٣ أيام و ١٩ يومًا حسب درجة الحرارة السائدة؛ حيث تزداد المدة بانخفاض درجة الحرارة.

ولا يشكل العنكبوت خطورة إلا فى الجو الحار حيث تقل فترة دورة حياته إلى خمسة أيام فقط، ومع قدرة الإناث على وضع البيض بأعداد كبيرة، يتعين فحص الحقل بمعدل مرتين أسبوعيًّا فى الجو الحار (عن Howard وآخرين ١٩٨٥).

كما تزداد خطورة العنكبوت الأحمر عند كثرة الأتربة فى الجو أو على الأسطح الورقية، ولذا .. يفيد رش الطرق الترابية المجاورة لحقول الخضر بالماء، والقيادة عليها ببطء تجنبًا لإثارة الأتربة.

كذلك تكون النباتات التى تعانى من نقص الرطوبة الأرضية أكثر عرضة للإصابة بالعنكبوت الأحمر عن تلك التى تحصل على كفايتها من الرطوبة.

تؤدى بداية الإصابة بالعنبكوت (حوالى ٥-١٠ أفراد بالورقة الصغيرة مثل ورقة الفراولة) إلى حدوث تبرقش أصفر خفيف بالأوراق، ويرجع ذلك إلى موت الخلايا التى يمتص منها العنكبوت العصارة. وتؤدى الإصابة الشديدة إلى فقد الأوراق لمظهرها الأخضر النضر، فتصبح برونزية اللون من سطحها العلوى، ويكتسب سطحها السفلى لونًا بنيًّا، ويظهر فيه نسيج العنكبوت ممتدًا بين عروق الورقة. ويحدث ذلك عند تواجد حوالى ٢٠ فردًا بالورقة، وبزيادة شدة الإصابة تتقزم النباتات وتأخذ أوراقها لونًا قرمزيًّا، ثم بنيًّا، ثم تجف، وتتجمع عليها الأتربة مع بقايا العنكبوت. ويؤدى تقزم النمو وضعفه إلى نقص المحصول وصغر أحجام الثمار المنتجة.

ونظرًا لأن العنكبوت الأحمر أصغر من أن يُرى بالعين المجردة .. ولكونه يتغذى دائمًا على السطح السفلى للأوراق، فإن إصابات العنكبوت قد لا تلاحظ قبل تفاقمها.

الحلم (أو الأكاروس) الدودى

يعد الأكاروس الدودى أصغر مفصليات الأرجل؛ حيث لا يتعدى طوله ١,٣

ملليمترًا، وتتميز أنواعه بالتخصص العائلى. وتتشابه أعراض الإصابة بها مع أعراض الإصابة ببعض الأمراض النباتية. ولبعضها القدرة على نقل بعض الفيروسات النباتية.

ومن أنواع الأكاروس الدودى المعروفة فى مصر:

١- أكاروس صدأ الطماطم Tomato Russet Mite؛ الذى يعرف بالاسم العلمى *Aculops lycopersici*، ويكسب ثمار الطماطم مظهرًا شبكيًّا صدئًا.

٢- الأكاروس ذو المظهر الزغبى tomato erineum mite، الذى يعرف بالاسم العلمى *Eriophyes lycopersici*، ويكسب سيقان وأعناق أوراق الطماطم مظهرًا زغبيًّا، يتكون نتيجة لنمو غير طبيعى لخلايا البشرة. وقد تأخذ هذه الشعيرات مظهر العفن الأبيض.

٣- ويوجد حلم دودى يتبع الجنس *Eriophyes* يصيب نباتات الثوم.

مكافحة الأكاروسات

تكافح الأكاروسات بأنواعها المختلفة وبخاصة العنكبوت الأحمر العادى بالوسائل التالية:

الأساليب الزراعية

من أهم الأساليب الزراعية التى يمكن اتباعها فى مكافحة العنكبوت الأحمر، ما يلى:

١- تقليل الأتربة المثارة قدر المستطاع، برش الطرق الداخلية بالمزرعة أو تبليطها.

٢- اتباع طريقة الرى بالرش فى المناطق والمواسم التى تكثر فيها العواصف الترابية، بهدف غسل الأتربة — بما تحمله من عناكب — من على الأوراق.

٣- إزالة الأوراق السفلية المصابة، والتخلص منها خارج الحقل بالحرق، أو بدفنها عميقًا فى التربة.

٤- زراعة الأصناف المقاومة:

يعد صنف الخيار فاربيو Farbio من الأصناف القليلة القابلية للإصابة بالعنكبوت الأحمر العادى (Tomczyk & Pilko ١٩٩٦).

٥- التخلص من الحشائش.

بدائل المبيدات

من أهم بدائل المبيدات المستعملة فى مكافحة العنكبوت الأحمر، ما يلى:

١- الرش بالزيوت، مثل الزيوت المعدنية: كيميسول ٩٥٪ مستحلب، وسوبر مصرونا ٩٤٪ مستحلب، وسوبر رويال ٩٥٪ مستحلب، وكزد أويل ٩٥٪ مستحلب بمعدل لتر واحد/١٠٠ لتر ماء، والزيت الطبيعى ناتيرلو ٩٠٪ مستحلب بمعدل ٦٢٥ مل (سم^3)/١٠٠ لتر ماء.

٢- التعفير بالكبريت، مثل: كبريت زراعى النصر ٩٩٪ مسحوق بمعدل ١٥ كجم للفدان، وسوريل شيخ ٩٨٪ بمعدل ١٠ كجم/فدان، وسوريل زراعى سمارك ٩٨٪ مسحوق بمعدل ١٠ كجم/فدان، وشامة ٩٩,٥٪ مسحوق بمعدل ١٠ كجم/فدان. وكبريدست ٩٩,٨٪ مسحوق بمعدل ١٠ كجم/فدان.

٣- الرش بالكبريت الميكرونى بمعدل ٤٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

٤- الرش بـ إم بيد ٤٩٪ بمعدل لتر واحد/١٠٠ لتر ماء، أو بأى من أنواع الصابون السائل الأخرى.

٥- الرش بمستخلصات الثوم أو الفلفل الحار.

٦- الرش بزيت النيم.

المكافحة بالمبيدات

من أهم المبيدات التى تستخدم فى مكافحة العنكبوت الأحمر ما يلى:

- الكالثين الميكرونى ١٨,٥٪ بمعدل كيلوجرام واحد للفدان.
- الكالثين الزيتى ١٨,٥٪ بمعدل لتر واحد فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان.
- تديفول زيتى مستحلب مركز بمعدل لتر واحد فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان.

- الثيرون ٥٠٪ بمعدل ٦٠٠ مل (سم^{3})/فدان.
- الأورتس بمعدل ١,٢٥٠ لتر للفدان.
- الكلثين الميكرونى ٣٥٪ بمعدل ٦٠٠ جم للفدان.
- التديفول ١٨,٥٪ بمعدل لتر واحد للفدان.
- تديون ف ١٨ ٨٪ بمعدل ٨٠٠ مل للفدان.
- باروك ١٠٪ معلق بمعدل ٢٥ مل (سم^{3})/١٠٠ لتر ماء.
- ثيوفيت ٨٠٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.
- الأكار.
- أوميت Omite.

وتستخدم المبيدات الأكاروسية عند بداية ظهور الآفة. يراعى فى جميع الحالات ضرورة وصول محلول الرش إلى السطح السفلى للأوراق.

وقد أدى استخدام هذه المبيدات على نطاق واسع — لسنوات عديدة — إلى ظهور سلالات من الأكاروسات مقاومة لها، علمًا بأن السلالة المقاومة لمبيد ما تكون مقاومة كذلك لجميع المبيدات الأخرى التى من نفس المجموعة.

مكافحة العنكبوت الأحمر بيولوجيًا باستعمال العناكب المفترسة

نقصر معظم مناقشتنا فى هذا الموضوع على محصول الفراولة الذى تطبق فيه تلك الطريقة فى المكافحة تجاريًّا.

تستخدم عدة أنواع من العناكب المفترسة predator mites فى مكافحة العنكبوت الأحمر العادى فى معظم دول العالم المنتجة للفراولة، ولعل أهمها المفترس *Phytoseiulus persimilis*، الذى يستعمل على نطاق واسع فى ولايتى كاليفورنيا، وفلوريدا الأمريكيتين، وفى إسبانيا، كما نجح استعماله فى مصر ولكن على نطاق ضيق، وفى المملكة المتحدة كان استعماله واعدًا (Easterbrook وآخرون ١٩٧٧). وسوف نركز جل اهتمامنا على هذا المفترس قبل تناول بعض الأنواع المفترسة الأخرى.

دورة حياة العنكبوت المفترس فيتوسيلس برسيميلس

يمر العنكبوت المفترس *Phytoseiulus persimilis* فى دورة حياته بأطوار مماثلة لتلك التى يمر بها العنكبوت الأحمر العادى. يكون البيض ذات لون كهرمانى (أصفر ضارب إلى الحمرة)، وتضعه الإناث دائمًا بالقرب من غذاء اليرقات الذى يتمثل فى مستعمرات العنكبوت الأحمر. ويمكن تمييز بيض المفترس عن بيض العنكبوت الأحمر بلونه الكهرمانى، وشكله البيضى، وحجمه الكبير. ويمكن للأنثى الواحدة من المفترس — التى يبلغ قطرها حوالى ٠,٥ مم — وضع ٦٠ بيضة. أما صغار المفترس فهى برتقالية اللون. وذات أرجل طويلة، وكثيرة الحركة.

تكون الأفراد البالغة للعنكبوت المفترس برتقالية، يبلغ طولها حوالى ٠,٥ مم، ولها أرجل طويلة تمكنها من الحركة السريعة لأجل صيد فريستها من العنكبوت الأحمر الذى يكون أقل منها حركة. ويمكن للعنكبوت المفترس افتراس ٧ أفراد عنكبوت بالغة أو ٢٠ بيضة من بيضه يوميًا.

تبلغ فترة حياة العنكبوت المفترس حوالى ٨ أيام فى مراحلة غير الناضجة، وحوالى ٣٦ يومًا كأفراد بالغة، ويمكن له التطور من البيضة إلى فرد بالغ فى خلال ٥ أيام على حرارة ٣٠°م، و ٢٥ يومًا على حرارة ١٥°م، ويتراوح أنسب مجال حرارى لنشاطه بين ١٨، و ٢٩°م، مع ٦٠٪–٩٠٪ رطوبة نسبية بين أوراق النبات. ولا ينشط المفترس فى حرارة ١٠°م أو أقل من ذلك، كما يقل نشاطه فى حرارة تزيد عن ٣٢°م، ويموت فى حرارة ٣٨°م.

يتميز العنكبوت المفترس بقدرة عالية على التكاثر؛ مما يساعد فى الحد من أعداد العنكبوت الأحمر. وفى المتوسط .. تستغرق دورة حياة العنكبوت المفترس نصف الوقت الذى تستغرقه دورة حياة العنكبوت الأحمر العادى فى نفس الظروف البيئية. وتتغذى جميع أطوار العنكبوت المفترس بعد فقس البيض على أطوار العنكبوت الأحمر العادى. وكذلك معظم أنواع العناكب التابعة للجنس *Tetranychus*، حيث يعتمد المفترس عليها اعتمادًا كليًا فى غذائه، ويتضور جوعًا حتى الموت إن لم يجدها، أو ينتشر بحثًا عنها بكفاءة عالية (عن van de Vrie & Price ١٩٩٤).

وتتراوح الحرارة المثلى لتكاثر المفترس بين ٢١، و ٢٧°م، ولا يمكنه غالبًا تحقيق نتائج مرضية فى درجات الحرارة المنخفضة، أو درجات الحرارة العالية جدًا.

مراقبة وتقدير شدة الإصابة بالعنكبوت الأحمر لأجل إحكام المكافحة البيولوجية

إنه لمن الأهمية بمكان إطلاق العنكبوت المفترس فى الوقت المناسب وقبل ازدياد أعداد العنكبوت الأحمر بشدة، حيث تصبح مقاومته أكثر صعوبة وتكلفة، وتستغرق وقتًا أطول. كذلك يجب وضع بؤر الإصابة (البقع الساخنة hot spots) التى تشتد فيها الإصابة بالعنكبوت الأحمر تحت المراقبة لأنها الأماكن التى تبدأ منها الإصابات الوبائية.

ولذا .. تلزم مراقبة الوضع بالنسبة لأعداد العنكبوت الأحمر العادى بالحقل ليمكن مكافحته بكفاءة. وفى بداية الأمر يكفى إجراء عملية تقدير كثافة تواجد العنكبوت الأحمر أسبوعيًا، ولكن مع الاقتراب مع الكثافة الحرجة يتعين إجراء تلك العملية كل ٣–٤ أيام.

يستعمل فى عملية تقدير الكثافة عدسة يدوية ذات قوة تكبير تتراوح بين ٦، و ١٤ ضعف، ويكون التقدير فى عينة عشوائية من ١٠٠ وريقة من كل فدان. وبعد إطلاق العنكبوت المفترس يتعين الاستمرار فى عملية تقدير كثافة العنكبوت الأحمر أسبوعيًا لمدة ٦–٨ أسابيع أخرى.

ونظرًا لصعوبة عدّ أفراد العنكبوت وبيضه على الوريقات فى الحقل، فإنه يمكن الاستفادة من العلاقة التى توجد بين عدد الأوراق المصابة (بأى عدد من أفراد العنكبوت) وبين كثافة العنكبوت بالورقة فى الحصول على هذا التقدير، وذلك كما يلى (عن van de Vrie & Price ١٩٩٤):

نسبة الأوراق المصابة (%)	الكثافة المتوقعة لأفراد العنكبوت بالورقة بالعدد
١–٥	٢–٤
٦–١٠	٥–٩
١١–١٥	١٠–١٣
١٦–٢٠	١٣–١٥

وعمومًا .. توجد ثلاث فترات حرجة يتعين خلالها تقدير كثافة تواجد العنكبوت الأحمر فى الحقل، وهى:

١- قبل الزراعة:

غالبًا ما تصل شتلات الفراولة من المشاتل وهى مصابة بالفعل بالعنكبوت الأحمر، ويتعين لذلك فحص النباتات بعناية للتأكد من خلوها من الآفة أو تحديد كثافة تواجدها. ويلزم لذلك فحص ٥٠-١٠٠ نبات من كل شحنة شتلات حتى ولو كانت كل الشحنات من مشتل واحد. فى حالة وجود إصابة بالعنكبوت يتعين مكافحتها بالرش بأحد المبيدات المناسبة بمجرد استعادة النباتات لنموها بعد الشتل.

٢- بعد نجاح الشتل:

يبدأ تقدير كثافة تواجد العنكبوت الأحمر من جديد بمجرد انتهاء مرحلة الرى بالرش بعد الشتل، ويلزم لإجراء ذلك فحص ١٠٠ وريقة. تؤخذ للفحص وريقات مسنة فى بداية الأمر، ثم تؤخذ بعد ذلك وريقات من أحدث الأوراق إكمالاً لنموها، مع تجنب استعمال الأوراق الحديثة الصغيرة.

٣- بعد إطلاق المفترس:

يجب الاستمرار فى تقدير كثافة العنكبوت الأحمر، وكذلك العنكبوت المفترس، لمدة ٦ أسابيع بعد إطلاق المفترس (van de Vrie & Price ١٩٩٤).

وخلال الأسبوعان الأول والثانى بعد إطلاق المفترس قد يكون من الصعب العثور عليه، حيث لا تزيد كثافة تواجده حينئذٍ - عادة - عن ٢-٥ أفراد وبعض البيض فى كل ١٠٠ وريقة، ولكن ذلك يكون كافيًا فى تلك المرحلة، وبعد ذلك تزداد أعداد العنكبوت المفترس بسرعة كبيرة تتناسب مع كثافة تواجد العنكبوت الأحمر العادى.

التوقيت المناسب لإطلاق العنكبوت المفترس

يتحدد الوقت المناسب لإطلاق العنكبوت المفترس فى حقل الفراولة على العوامل التالية:

١- كثافة تواجد العنكبوت الأحمر العادى:

تعتمد كثافة تواجد العنكبوت الأحمر التى يتعين إطلاق المفترس عندها على مدى قابلية

الصنف للإصابة بالعنكبوت؛ فمثلاً .. نجد أن أصناف الفراولة سلفا، وسى سكيب أكثر حساسية عن أوزوجراندى، وباخارو، بينما يحتل سويت تشارلى موقعًا وسطًا. ولذا .. فإن المكافحة الجيدة للعنكبوت الأحمر تتحقق عندما يلاحظ تواجده فى ٢٪-٥٪ من الوريقات فى سلفا، وسى سكيب، وفى ٥٪-١٠٪ من الوريقات فى أزوجراندى، وباخارو.

وإذا زادت كثافة تواجد العنكبوت الأحمر عن تلك الحدود فإنه يتعين تصحيح الوضع أولاً بالرش بأحد المبيدات المناسبة قبل إطلاق المفترس.

٢- حجم النبات:

يكون من المناسب إطلاق المفترس عندما يتكون بالنبات ٢-٤ أوراق جديدة. أما إذا زاد عدد الأوراق عن ذلك فإنه يتعين على المفترس قضاء وقت أطول فى التجول على الأوراق بحثًا عن فريسته.

٣- تواجد الآفات الأخرى:

نظرًا لأن تواجد الآفات الأخرى يتطلب مكافحتها بالمبيدات، ونظرًا لأن هذه المبيدات قد تؤثر على المفترس؛ لذا يتعين عدم إطلاق المفترس إلا بعد مرور ٤-٦ أيام بعد المعاملة بالمبيدات، وعدم استعمال المبيدات فى مكافحة تلك الآفات إلا بعد مرور ٤-٦ أيام من إطلاق المفترس.

كذلك لا يجوز إطلاق المفترس بعد الشتل مباشرة إذا كان قد سبق رش المشتل بأحد المبيدات الضارة به قبل تقليع الشتلات بفترة وجيزة، ويتعين لهذا الغرض الاستفسار من منتجى الشتلات عن برنامج الرش بالمبيدات الذى طبق فى المشاتل خلال الأسبوع السابق للتقليع (عن van de Vrie & Price ١٩٩٤).

٤- الجوانب الاقتصادية:

إن الجانب الاقتصادى يتوقف على تكلفة استعمال المفترس مقارنة بالمكافحة الكيميائية، ولكن يجب أن تؤخذ أيضًا فى الحسبان المزايا غير المباشرة لاستعمال المفترس، والتى تتضمن زيادة النمو الخضرى، وتواجد أعداد أكبر من الأعداء الحيوية للآفات، بسبب عدم استعمال المبيدات.

ويتم إطلاق العنكبوت المفترس فى الحقل بمعدل فرد واحد لكل نبات عندما تحتوى ٢٪ إلى ١٠٪ من أوراق النبات على عنكبوت أحمر واحد على الأقل. ويستمر فحص الحقل إلى حين التأكد من أن العنكبوت المفترس بدأ فى وضع بيضه؛ الأمر الذى يبدأ — عادة — بعد نحو أسبوعين من إطلاقه فى الحقل.

وقد وجد Hepworth & MacFarlane (١٩٩٢) أن أنسب وقت لإطلاق المفترس *P. persimilis* كان عندما انخفض عدد الوريقات التى تخلو من العنكبوت الأحمر — بعد فحص ١٠٠ وريقة — إلى ٧٥٪، أما عندما انخفضت تلك النسبة إلى ٥٪ فإنه تعين الرش بأحد المبيدات المناسبة.

إطلاق العنكبوت المفترس

يتوفر العنكبوت المفترس — عادة — فى زجاجات بحجم ٥٠٠ سم^3 يختلط فيها الفيرميكيوليت مع حوالى ٢٠٠٠ فرد، ويحافظ عليها مبردة فى حرارة ١٠°م لحين استعمالها.

يمكن الكشف عن جودة المفترس ومدى حيويته قبل إطلاقه بفتح العبوة التى تحتوى على المفترس مخلوط بالبيت موس وتركها فى وضع قائم لعدة دقائق، فإذا ما كان المفترس نشطًا فإن أعدادًا كبيرة منه تشاهد وهى تزحف نحو فوهة العبوة فى خلال دقائق معدودات. ويتعين إعادة هذه الأفراد إلى داخل العبوة برفق قبل إطلاقها فى الحقل. هذا .. ويميل العنكبوت المفترس إلى الانفصال عن البيت موس فى الحرارة العالية.

ويتعين قبل إطلاق المفترس إدارة العبوة عدة مرات لخلطه جيدًا مع البيت موس، مع تجنب رج العبوة بقوة حتى لا يُضار المفترس، كما يتعين تكرار إدارة العبوة برفق كل فترة لضمان استمرار تجانس توزيع المفترس فى الفيرميكيوليت.

ويتم الإطلاق بالسماح بتوزيع حوالى ١/٤ ملعقة شاى من مخلوط الفيرميكيوليت مع المفترس على تاج كل رابع أو خامس نبات بالخط. وتحتوى هذه الكمية — عادة — على مفترس واحد فى المتوسط. ويعنى ذلك أن كل زجاجة تكفى إمداد حوالى ٢٠٠٠ نبات

بالمفترس، أى تكفى للمكافحة الحيوية للعنكبوت الأحمر فى حوالى ٨٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠ نبات.

ويُحصل على أفضل النتائج فى المكافحة الحيوية للعنكبوت الأحمر عندما تكون نسبة أفراد المفترس إلى العنكبوت الأحمر العادى حوالى ١ : ٣، ويتعين إطلاق لمفترس بمعدل ١٥٠٠٠–٢٠٠٠٠ فرد للفدان.

هذا .. ويكفى عادة إطلاق المفترس مرة واحدة خلال الموسم (عن van de Vrie & Price ١٩٩٤، و Price ١٩٩٦).

وقد أمكن – كذلك – مكافحة العنكبوت الأحمر العادى فى الزراعات المحمية للخيار باستعمال العنكبوت المفترس *Tetranychus persimilis*، حيث انخفضت أعداد الآفة – على مدى أكثر من ستة أسابيع – بنحو ٤٠٪ (Tomczyk & Pilko ١٩٩٦).

محاذير استعمال المبيدات عند مكافحة العنكبوت الأحمر حيويًّا

يتعين الحذر الشديد فى استعمال المبيدات عند استخدام العنكبوت المفترس *P. persimils* – أو غيره من العناكب المفترسة – فى مكافحة العنكبوت الأحمر العادى، وذلك حتى لا تؤدى المبيدات إلى قتل المفترس؛ مما يستدعى إعادة إطلاقه من جديد، مع ما يتطلبه ذلك من تكلفة إضافية.

وتقسم المبيدات وبدائل المبيدات الشائعة الاستعمال حسب سميتها للمفترس *P. persimilis*، كما يلى:

١– مبيدات لا تضر بالمفترس، مثل:

Benomyl (Benlate)	*Bacillus thuringiensis*
Chlorothalonil (Bravo)	fenbutatin-oxide (Vendex)
Insecticidal soap (Safer)	Captan
Iprodione (Rovral)	myclobutanil (Rally)
Propargite methyl (Omite)	Abamectin (Avid)
Thiophanate methyl (Topsin)	Vinclozolin (Ronilan)

٢- مبيدات يمكن استعمالها مع توخى الحذر، مثل:

carbaryl (Sevin)	Sulphur
DCPA (Dacthal)	Endosulfan (Thiodan)
Dicofol (Kelthane)	Diazinon
Devrinol	Napropamide
	Malathion

٣- مبيدات لا يجوز استعمالها فى وجود *P. persimilis* لأنها تقضى عليه، مثل:

Malathion	Azinphosmethyl (Guthion)
Mevinphos (Phosdrin)	Bifenthrin (Brigade)
Naled (Dibrom)	Chlorpyrifos (Lorsban & Dursban)
Parathion	Methomyl (Lannate)

بعض أنواع العناكب الأخرى المفترسة للعنكبوت الأحمر

١- العنكبوت المفترس الغربى *Galendromus occidentalis*:

يحتاج العنكبوت المفترس الغربى إلى فترة أطول من تلك التى يستغرقها *P. persimilis* لكى يصبح فعالاً، ولكنه أكثر تحملاً منه لارتفاع الحرارة. وهو يتغذى كذلك على حبوب اللقاح ورحيق الأزهار وأنواع العناكب الأخرى فى غياب العنكبوت الأحمر العادى. ينشط هذا المفترس فى حرارة تتراوح بين ٢٧، و ٣٨°م، ولكنه يستمر نشطًا فى حرارة ٢١°م، ويتحمل الرطوبة النسبية المنخفضة حتى ٥٠٪، كما أنه أكثر تحملاً للمبيدات عن *P. persimilis*.

٢- المفترس *Neoseiulus californicus* (= *Amblyseius californicus*):

يتغذى هذا المفترس على العنكبوت الأحمر العادى، ويمكنه البقاء فى غياب العنكبوت الأحمر بالتغذية على حبوب اللقاح، ولكن دون أن يتكاثر. وهو شديد الحساسية للمبيدات.

وقد أدى إطلاق هذا المفترس بمعدل فرد واحد لكل ٥-١٠ أفراد من العنكبوت الأحمر العادى – عندما كانت كثافة تواجد الأخير أعلى من فرد واحد/وريقة – أدى ذلك إلى خفض أعداد العنكبوت الأحمر فى خلال أسبوع واحد إلى أسبوعين (Garcia-Mari & Gonzalez-Zamora ١٩٩٩).

٣- المفترس *Amblyseius fallacies*:

يستخدم في مكافحة العنكبوت الأحمر العادى عنكبوتًا آخر مفترس، هو *Amblyseius fallacis*، وهو يتواجد طبيعيًّا في شمال شرق الولايات المتحدة، ويربى كذلك لأجل الاستعمال التجارى (Cooley وآخرون ١٩٩٦).

يمكن للفرد الواحد من هذا النوع افتراس ٤-٧ أفراد عنكبوت أحمر بالغة، و ١١-١٥ من الصغار يوميًّا.

وقد وجد أن العنكبوت المفترس *A. fallacies* ينتشر — فيما بين ١٦٦، و ٢٥٠ وحدة حرارية يومية — أعلى من ١٠°م — بمعدل ٢,٥-١٣,٣م²/١٠٠ وحدة حرارية يومية. وفى ظل ظروف كثافة للعنكبوت الأحمر العادى وعمر نباتى يستلزمان إطلاق أعداد كبيرة من المفترس، وجد أن إطلاق ١٦٠٠٠ فرد من المفترس على ١٠٠ موقع بالهكتار، أو ٧٠٠٠ فرد على ١٠ مواقع أدى إلى تغطية المفترس للمساحة كلها في خلال ٥٠٠ وحدة حرارية يومية. أما إذا كان إطلاق المفترس بالمعدل المنخفض ٥٠٠ فرد على ١٠ مواقع بالهكتار، فإن تغطية المفترس للمساحة الكاملة تطلب ما لا يقل عن ١٠٠٠ وحدة حرارية يومية أعلى من ١٠°م (Croft & Coop ١٩٩٨).

وقد اقترح Price وآخرون (١٩٩٨) معاملة الشاتل بالمفترس *P. persimilis*، ثم زراعة الشتلات بما تحمله من أفراد المفترس دونما حاجة إلى إطلاقه من جديد في الحقل الإنتاجى. وقد وجد أن حصاد الشتلات، وربطها في حزم، وتبريدها على ٤ °م، وتخزينها، وتعريضها لظروف تحاكى ظروف الشحن أدى إلى هلاك مالا يزيد عن ٥٠٪ من أفراد المفترس في خلال ٥-٦ أيام، ومالا يزيد عن ٧٠٪ في خلال ١٢ يومًا.

٤- المفترس *Amblyseius idaeus* .. أمكن استعماله في مكافحة العنكبوت الأحمر العادى في الخيار (Watanabe وآخرون ١٩٩٤).

٥- المفترس *Phytoseiulus macropilis* (Watanabe وآخرون ١٩٩٤).

هذا .. ويعرف في مصر ٣٤ نوعًا من العناكب المفترسة، تنتمى إلى أربعة أجناس؛

هـــي: *Phytoseius*، و *Paratyphlodromus*، و *Thyphlodromus*، و *Amblyseius*. وهى على كل الأنواع النباتية تقريبًا.

تعيش هذه العناكب المفترسة على افتراس عناكب أخرى؛ مثل العنكبوت الأحمر. وقد أعطت هذه المفترسات نتائج جيدة تحت ظروف البيوت المحمية عندما أدخلت فيها فى الوقت المناسب، الذى يكون قبل تكاثر الآفة بفترة قصيرة، ولكن الأمر يتطلب — عادة — تزويد الصوبة الواحدة عدة مرات بالحشرة المفترسة؛ حتى يمكن الحصول على مكافحة تامة؛ الأمر الذى يصعب تنفيذه على نطاق واسع.

الرخويات والقواقع والطيور والقارضات ومكافحتها

تنتمى الرخويات والقواقع والطيور والقارضات إلى المملكة الحيوانية. ويعرف أكثر من ١٠٠ ألف نوع من الـ molluscs، التى تتضمن الرخويات والقواقع وحدهما. ولكن — لحسن الحظ — فإن أنواعها — التى تعد من الآفات النباتية — قليلة العدد والانتشار. أما الطيور والقارضات فأنواعها كثيرة، وتلحق — أحيانًا — أضرارًا كبيرة بالمنتجات الزراعية.

الرخويات

تعد الرخويات Slugs (اليرقانات أو البزاقات العريانة) شديدة الحساسية للجفاف؛ لذا .. فإن تواجدها يقتصر على المناطق الرطبة، والأراضى الغدقة؛ الأمر الذى يحد كثيرًا من انتشارها، ويقلل من أهميتها كآفة زراعية.

تتغذى الرخويات على البذور قبل إنباتها، وعلى الأوراق النباتية الغضة الحديثة التكوين، وكذلك على السيقان والأوراق المكتملة النمو. كما تُحدث الرخويات أضرارًا بدرنات البطاطس، التى تتباين أصنافها فى مدى قابليتها للإصابة؛ حيث يعد كنج إدوارد King Edward، وديزريه Desirée من أكثرها قابلية للإصابة، بينما يعد الصنف ماجيستك Majestic من الأصناف المتوسطة المقاومة للرخويات.

وتنجذب الرخويات — بصورة عامة — إلى جميع الأنسجة النباتية الطرية والغضة، دون أن تتخصص على أنواع نباتية بعينها.

وتكافح الرخويات بالوسائل التالية:

١- حرث التربة جيدًا؛ بهدف تفكيكها وتعريض ما يوجد فيها من رخويات للشمس والهواء؛ حيث يمكن أن تجف ويقضى عليها.

٢- استعمال الطعوم السامة، التى تنثر على سطح التربة بعد الرى. ويستعمل مع الطعم مركبات مثل: الميتالدهيد metaldehyde، ومثيوكارب methiocarb.

٣- رش سطح التربة بكبريتات النحاس أو محلول الميتالدهيد قبل الحراثة (عن Russell ١٩٧٨).

القواقع

يعرف فى مصر حوالى ٨٤ نوعًا من القواقع snails الأرضية، تتبع ٥٣ جنسًا، ولكن يهمنا – من الناحية الزراعية – ثلاثة أنواع؛ هى:

Helicella uestaldis *Theba pisana*

Monacha obstructa

تكثر هذه القواقع فى السواحل الشمالية؛ حيث توجد فى بساتين الخضر والفاكهة، وعلى بعض الأشجار كالفيكس، والكازورينا، والحور. ويكثر تواجد النوع الأخير (*M. obstructa*) فى زراعات الأرز والبرسيم.

تتغذى القواقع – مثل الرخويات – على الأغصان الغضة اللبنية، وعلى الأوراق والثمار؛ حيث تبدو الأجزاء المصابة وكأنها مبشورة.

تضع القوقعة الواحدة ٢٥–٣٠ بيضة فى شقوق التربة، وتحت الأحجار، وفى الأماكن الرطبة. ويكون وضع البيض فى المواسم الدافئة؛ حيث يفقس بعد نحو ١٢–١٥ يومًا. تبدأ الصغار فور فقسها فى البحث عن غذائها، وتنمو تدريجيًّا؛ لتصبح كاملة النمو بعد حوالى سنة من الفقس. وهى تدخل فى طور بيات شتوى تحت الأرض فى الجو البارد.

وتكافح القواقع برش النباتات إما بكبريتات النحاس بتركيز ٠,٥٪، وإما بتعفيرها بالدبتركس أو بالسيفين بتركيز ١,٠–١,٥ فى الألف (عن حماد وعبدالسلام ١٩٨٥).

كما تكافح القواقع باستعمال طعم سام يدخل فى تركيبه الـ metaldyhyde (مثل التحضير التجارى Cleam Crop)، حيث يستخدم بمعدل ١٥-٢٠ كجم للفدان من التحضير 3.5G، أو بمعدل ٧,٥-١٠ كجم للفدان من التحضير 7.5G.

الطيور

تتغذى مختلف الطيور على شتى أنواع الثمار؛ مثل ثمار الطماطم، والقرعيات، وكذلك بذور البقوليات؛ حيث تقوم الطيور بنقر القرون للحصول على البذور. كذلك تقوم الطيور بالتقاط بادرات الخضر بعد إنباتها مباشرة، ويشاهد ذلك — بصفة خاصة — فى الطماطم والقرعيات.

ويمكن الحد من أضرار الطيور باتباع إحدى الوسائل التالية:

١- استعمال مواد لاصقة خاصة، توضع فى الأماكن التى تحط فيها الطيور عادة؛ حيث لا تستطيع الفكاك منها، لكن بعض الدول تحرم استخدام هذه الطريقة.

٢- استعمال مدافع خاصة تُطلق أصواتًا عالية على فترات؛ مما يزعج الطيور فى البداية، إلا أنها تتعود على صوت الطلقات بعد فترة؛ ولا تتأثر بها، بينما يتبقى إزعاجها للإنسان.

وللتغلب على مشكلة تَعَوُّد الطيور على أصوات الطلقات أنتجت إحدى الشركات (شركة Wolseley) جهازًا إليكترونياً يصدر ٦٤ صوتًا مختلفًا مزعجًا للطيور بكافة أنواعها بطريقة تجعل الطيور لا تتعود عليها؛ حيث تصدر الأصوات بطريقة عشوائية على فترات كل ١٠-٤٥ ثانية. كما يمكن توقيت الفترة بين دورات الأصوات المختلفة بـ ٥-٤٥ دقيقة. وهذا الجهاز صغير الحجم يمكن حمله، وهو منيع ضد الماء، ويعمل ببطارية قوتها ١٢ فولتا تكفى لموسم زراعى كامل. وللجهاز محول حساس للضوء، يجعله يتوقف عن العمل تلقائيًّا بحلول الظلام، ثم يعمل ثانيًا فى الصباح الباكر.

يوضع الجهاز على ارتفاع مترين من سطح التربة على حامل؛ ليسمح بأكبر قدر من

انتشار الصوت من خلال مكبر للصوت يدور ٣٦٠ درجة. ويصل مدى فاعلية الصوت إلى ٢٥٠ مترًا، أما أقوى صوت يصدره الجهاز فيبلغ ١١٨ ديسبل Decibels.

٣- استعمال شباك خاصة ذات ثقوب مربعة أو معينة الشكل؛ لحماية نباتات وثمار الخضر – وغيرها من المحاصيل النباتية والحقلية – من أضرار الطيور. تصنع هذه الشباك من البوليثيلين ذى الكثافة العالية أو من البولى بروبلين.

القارضات والحيوانات الأخرى

تعتبر الفئران من أهم القارضات التى تصيب محاصيل الخضر. وقد اتسع نطاق الأضرار التى تحدثها فى السنوات الأخيرة، خاصة فى الخضر الثمرية؛ كالبطيخ، والشمام، والفلفل، وغيرها. وتعد مشكلة الفئران من أكبر مشاكل إنتاج الخضر فى بعض المناطق؛ نظرًا لأنها تتوالد وتتكاثر بسرعة مذهلة.

تأكل الفئران البذور فى التربة، وبادرات بعض النباتات، كما أنها تفضل مختلف أنواع الثمار والبذور، وتكون أضرارها كبيرة حينما تكثر أعدادها.

ويعرف فى مصر عدة أنواع من الفئران؛ منها: العَرْنَب، والعضل، والصحراوى، والرملى السمين، والشوكى، والنيلى، والمنزلى، والركلين (فأر الطاعون)، وفأر الحقل. ويعرف الأخير بالاسم العلمى *Arvicanthus niloticus*؛ وهو أشد أنواع الفئران ضررًا على الحقول الزراعية.

ومن أهم وسائل مكافحة الفئران استعمال الطعوم السامة، وهى على نوعين:

١- سموم معدية:

يعيبها أن الفئران لا تقترب منها بعد أن ترى بعينها كيف أثر الطعم على الأفراد التى سبقتها إلى تناوله. ومن أمثلة السموم المعدية فوسفيد الزنك.

٢- سموم تسبب سيولة الدم:

تتميز هذه السموم بأن أثرها لا يظهر إلا بعد فترة من تناوله؛ الأمر الذى يجعل الفئران لا تربط بين الأفراد التى سبقتها فى تناول هذا الطعم وبين موتها. وتعتبر كثير

من هذه السموم طعامًا جذابًا للفئران. ومن أمثلتها : طعم الوارافين، وطعم الراكومين. والكليرات، والأترارك، والأكتوزين سى، والتومورين، والرتاك، والزيليو.

توضع هذه السموم على شرائح من الخشب أو الكرتون المقوى، بداخل أنابيب بقطر ١٠ سم وطول ٢٥ سم توزع على أنحاء الحقل.

ويفضل — دائمًا — الاعتماد على أكثر من نوع واحد من هذه المبيدات، على أن تنتمى إلى مجاميع كيميائية مختلفة.

ويستفاد — حاليًا — من الخاصية المنفرة فى بعض النباتات لبعض الحيوانات فى مكافحتها.

ومن بين النباتات الراقية التى تعد منفرة للحيوانات ما يلى:

الاسم العادى		الاسم العلمى
النرجس البرى	daffodil	*Narcissus pseudo narcissus*
أحد أنواع السوسن	bearded iris	*Iris* sp.
الفلفل الحار	hot pepper	*Capsicum* spp.
النعناع البرى	catnip	*Nepeta cataria*
النعناع	peppermint	*Mentha piperita*

أمكن عمل مستخلصات لهذه النباتات، وتم عزل وتعريف المركبات المسئولة فيها عن خاصية طرد الحيوانات، وقد وجد أن بعضها يحتوى على أكثر من مادة واحدة إلاّ أنها لم تشترك معًا فى أى من تلك المركبات، كما وجد أن خلط أكثر من مادة معًا أعطى خاصية طرد أكبر للحيوانات.

ومن بين بعض المنتجات التجارية الطاردة للحيوانات، ما يلى (عن Ries وآخرين ٢٠٠١):

Get Away	Deer Away	Bobbex
Hot Pepper Wax	Hinder	Deer-Off
Tree Guard	Ro-Pel	Hot Sauce
		XP-20

الفصل الرابع عشر

المكافحة المتكاملة للحشائش

الطرق التقليدية لمكافحة الحشائش

إن من أهم الطرق التقليدية المتبعة فى مقاومة الحشائش ما يلى:

١- التخلص من الحشائش بحرث الأرض جيدًا قبل الزراعة، وعزيق الحقل جيدًا خلال النصف الأول من موسم النمو، ونقاوة الحشائش يدويًّا بعد ذلك، مع جمع الحشائش — فى كل الحالات — وحرقها خارج الحقل.

ويجب ألا يسمح أبدًا بوصول الحشائش إلى مرحلة الإزهار والإثمار وتكوين جيل جديد من البذور، لأن ذلك قد يسبب مشاكل كبيرة تستمر لسنوات عديدة. فمثلاً .. يمكن لبذور الرجلة أن تعيش فى التربة لمدة ٢٠ عامًا، بينما يمكن لبذور الخردل الأسود أن تعيش لمدة ٤٠ عامًا، علمًا بأن نبات الرجلة الواحد الكبير الحجم يمكن أن يُنتج ١٠٠٠٠٠ بذرة (Smith وآخرون ٢٠٠٠).

وللأسباب ذاتها يجب ألا يسمح للحشائش التى توجد على جوانب قنوات الرى والمصارف وحقول الزراعة بالبقاء حتى الإزهار.

٢- تطبيق نظام الدورة الزراعية:

تتحقق فائدة الدورة الزراعية فى مكافحة الحشائش من خلال عدم سماحها لتزايد أعداد حشائش معينة؛ ذلك لأن مواعيد وكثافة زراعة المحاصيل وعمليات الخدمة الزراعية التى تعطاها ومواعيد حصادها تؤثر بشدة على نوعيات معينة من الحشائش، بينما تكون مناسبة لبقاء نوعيات أخرى.

٣- استعمال أغطية التربة البلاستيكية (أو غير البلاستيكية) غير المنفذة للضوء، والتى تسمح بإنبات بذور الحشائش (بسبب توفر الرطوبة الأرضية تحت الغطاء)؛ لتموت البادرات فى غضون أيام قليلة؛ بسبب حجب الضوء عنها.

وللتفاصيل المتعلقة بعمليتى العزيق واستعمال أغطية التربة يراجع كتاب "تكنولوجيا إنتاج الخضر" للمؤلف (حسن ١٩٩٨).

٤- الحش أو الجز mowing:

تتبع هذه الطريقة بصفة خاصة فى المسطحات الخضراء للتخلص من النباتات ذات النمو القائم قبل إزهارها.

٥- الحرق:

تستخدم فى الحرق قاذفات لهب خاصة، وتقتل الحشائش بهذه الطريقة بإحداث تجلط Coagulation للبروتين؛ إذ إن الحرارة المميتة لمعظم الخلايا الحية تتراوح بين ٤٥°م و ٥٥°م.

٦- الغمر فى الماء flooding:

يجب أن يكون الغمر فى الماء حتى عمق ١٥-٢٥ سم أعلى سطح التربة ولمدة ٣-٨ أسابيع خلال فصل الصيف. كما يجب أن يكون الحقل مغطى تمامًا بالماء؛ فقد لا يموت النبات إذا برز منه عدد — ولو قليل — من الأوراق فوق سطح الماء ويؤدى الغمر إلى منع الأكسجين عن الجذور والأوراق، وبهذه الطريقة يمكن التخلص من كثير من الحشائش المعمرة مثل:

Russian Knapweed (*Centaurea repens*)

bindweed (*Convolvulus arvensis*)

camel thorn (*Alhagi camelorum*)

hoary cress (*Cardarea draba*)

horse nettle (*Solanum carolinese*)

ويعيب هذه الطريقة أن بذور بعض الحشائش (مثل الـ bindweed) يمكنها تحمل النقع فى الماء لعدة سنوات.

ومن الأهمية بمكان عمل خريطة للحشائش توضح فيها أماكن تكاثرها وأنواعها، وذلك ليمكن اتخاذ قرارات المكافحة المستقبلية بكفاءة. يلاحظ أن تلك الخريطة غالبًا

الفصل الرابع عشر

المكافحة المتكاملة للحشائش

الطرق التقليدية لمكافحة الحشائش

إن من أهم الطرق التقليدية المتبعة فى مقاومة الحشائش ما يلى:

١- التخلص من الحشائش بحرث الأرض جيدًا قبل الزراعة، وعزيق الحقل جيدًا خلال النصف الأول من موسم النمو، ونقاوة الحشائش يدويًّا بعد ذلك، مع جمع الحشائش — فى كل الحالات — وحرقها خارج الحقل.

ويجب ألا يسمح أبدًا بوصول الحشائش إلى مرحلة الإزهار والإثمار وتكوين جيل جديد من البذور، لأن ذلك قد يسبب مشاكل كبيرة تستمر لسنوات عديدة. فمثلاً .. يمكن لبذور الرجلة أن تعيش فى التربة لمدة ٢٠ عامًا، بينما يمكن لبذور الخردل الأسود أن تعيش لمدة ٤٠ عامًا، علمًا بأن نبات الرجلة الواحد الكبير الحجم يمكن أن يُنتج ١٠٠٠٠٠ بذرة (Smith وآخرون ٢٠٠٠).

وللأسباب ذاتها يجب ألا يسمح للحشائش التى توجد على جوانب قنوات الرى والمصارف وحقول الزراعة بالبقاء حتى الإزهار.

٢- تطبيق نظام الدورة الزراعية:

تتحقق فائدة الدورة الزراعية فى مكافحة الحشائش من خلال عدم سماحها لتزايد أعداد حشائش معينة؛ ذلك لأن مواعيد وكثافة زراعة المحاصيل وعمليات الخدمة الزراعية التى تعطاها ومواعيد حصادها تؤثر بشدة على نوعيات معينة من الحشائش، بينما تكون مناسبة لبقاء نوعيات أخرى.

٣- استعمال أغطية التربة البلاستيكية (أو غير البلاستيكية) غير المنفذة للضوء، والتى تسمح بإنبات بذور الحشائش (بسبب توفر الرطوبة الأرضية تحت الغطاء)؛ لتموت البادرات فى غضون أيام قليلة؛ بسبب حجب الضوء عنها.

وللتفاصيل المتعلقة بعمليتى العزيق واستعمال أغطية التربة يراجع كتاب "تكنولوجيا إنتاج الخضر" للمؤلف (حسن ١٩٩٨).

٤- الحش أو الجز mowing:

تتبع هذه الطريقة بصفة خاصة فى المسطحات الخضراء للتخلص من النباتات ذات النمو القائم قبل إزهارها.

٥- الحرق:

تستخدم فى الحرق قاذفات لهب خاصة، وتقتل الحشائش بهذه الطريقة بإحداث تجلط Coagulation للبروتين؛ إذ إن الحرارة المميتة لمعظم الخلايا الحية تتراوح بين ٤٥°م و ٥٥°م.

٦- الغمر فى الماء flooding:

يجب أن يكون الغمر فى الماء حتى عمق ١٥-٢٥ سم أعلى سطح التربة ولمدة ٣-٨ أسابيع خلال فصل الصيف. كما يجب أن يكون الحقل مغطى تمامًا بالماء؛ فقد لا يموت النبات إذا برز منه عدد - ولو قليل - من الأوراق فوق سطح الماء ويؤدى الغمر إلى منع الأكسجين عن الجذور والأوراق، وبهذه الطريقة يمكن التخلص من كثير من الحشائش المعمرة مثل:

Russian Knapweed (*Centaurea repens*)

bindweed (*Convolvulus arvensis*)

camel thorn (*Alhagi camelorum*)

hoary cress (*Cardarea draba*)

horse nettle (*Solanum carolinese*)

ويعيب هذه الطريقة أن بذور بعض الحشائش (مثل الـ bindweed) يمكنها تحمل النقع فى الماء لعدة سنوات.

ومن الأهمية بمكان عمل خريطة للحشائش توضح فيها أماكن تكاثرها وأنواعها، وذلك ليمكن اتخاذ قرارات المكافحة المستقبلية بكفاءة. يلاحظ أن تلك الخريطة غالبًا

الحساسية للتشميس	الحشيشة
حساس	*Raphanus raphanistrum*
حساس	*Sonchus oleraceae*
حساس	*Senecio vulgaris*
حساس	*Montia perfoliata*
حساس	*Urtica urens*
حساس	*Erodium* sp.
	ثالثًا: حشائش معمرة:
متوسط المقاومة إلى مقاوم	*Convolvulus arvensis*
مقاوم	*Cyperus esculentus*
مقاوم	*Cyperus rotundus*
متوسط الحساسية	*Cynodon dactylon*
متوسط الحساسية	*Sorghum halepense*

يتبين من هذه القائمة أن الحشائش الحولية الشتوية أكثرها حساسية للتشميس، وأن الحشائش المعمرة أكثرها مقاومة، بينما تميل معظم الحشائش الحولية الصيفية إلى الحساسية وإن كان بعضها تقل حساسيته.

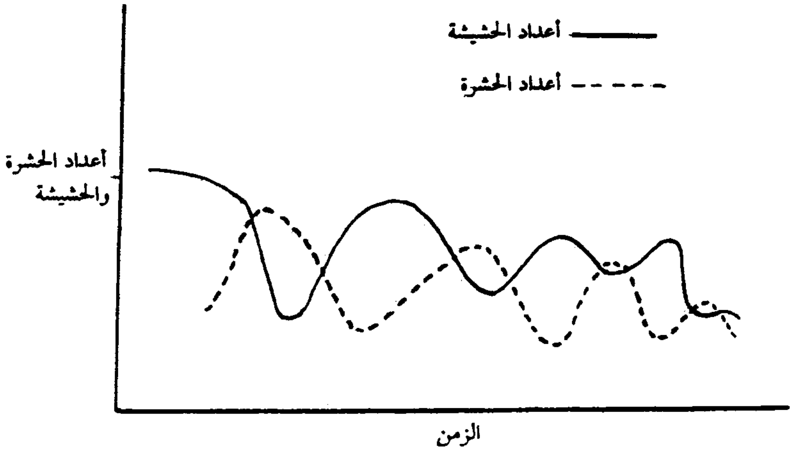
المكافحة الحيوية للحشائش

كانت معظم حالات المكافحة الحيوية الناجحة مع الحشائش باستخدام الحشرات. ويؤدى إطلاق إحدى الحشرات على حشيشة معينة إلى إحداث تغير فى أعداد كل من الحشيشة والحشرة فى دورات، كما فى شكل (١٤-١).

فنجد أن تعداد الحشرة يزداد كثيرًا فى البداية؛ نظرًا لتوفر مصدر غذائها — وهو الحشائش — وتُجْهز الحشرة أثناء تغذيتها على معظم الحشائش النامية، فتقل كثافة الحشائش، ويعقب ذلك انخفاض شديد فى أعداد الحشرة؛ نظرًا لنقص غذائها؛ فتزيد الحشائش ثانيًا. ويتبع ذلك ارتفاع جديد فى أعداد الحشرة، لكن إلى مستوى أقل مما وصلت إليه الأعداد فى الدورة الأولى. وهكذا يحدث ارتفاع، يعقبه انخفاض فى أعداد الحشرة فى دورات. وتتعاقب الدورات، وتقل فيها كثافة

الحشائش في كل دورة عن الدورة السابقة، إلى أن يصل الأمر إلى حالة توازن بينهما على مستوى منخفض كثيرًا من كل من الحشرة والحشائش.

وتصلح هذه الطريقة عند الرغبة في التخلص من الحشائش في الأراضي التي لم يسبق استغلالها في الزراعة.



شكل (١٤-١): تأثير المكافحة الحيوية للحشائش بالحشرات على أعداد كل منهما مع الزمن.

ومن الأمثلة الناجحة لحالات المكافحة الحيوية للحشائش ما يلي:

١- استخدمت الحشرات التالية بنجاح في المكافحة الحيوية للحشائش المذكورة قرين كل منها:

أ- حشرة goatweed (*Chrysolina hyperici & C. quadrigemina*) في مكافحة حشيشة المراعي goatweed (تسمى أيضًا Klamath، أو St. Johnswort، واسمها العلمي *Hypericum perforatum*) في أستراليا والولايات المتحدة.

ب- حشرة cactus moth (*Cactoblastis cactorum*) في مكافحة أنواع مختلفة من الجنس *Opuntia* في أستراليا.

جـ- حشرة cinnabar moth (*Tyrea Jacobaea*) في مكافحة حشيشة tansy ragwort (*Senecio jacobaea*) (عن Muzik ١٩٧٠).

د- كما استخدمت حشرة *Bangasternis orientalis* فى المكافحة الحيوية لحشيشة yellow starthistle (*Centaurea solstitialis*) فى كاليفورنيا بعد نقلها إلى هناك من موطنها الأصلى فى دول حوض البحر الأبيض المتوسط الأوروبية (شرقًا حتى البلقان). وقد وجد أنه يمكن ليرقة واحدة من الحشرة أن تتلف ٩٠٪ من البذور التى توجد بنورة الحشيشة (Maddox وآخرون ١٩٨٦).

٢- استخدام العنكبوت الأحمر فى مكافحة *Opuntia* sp.

٣- استخدام الأوز فى مكافحة حشائش القطن.

٤- استخدمت القواقع snails والسرطان crab فى مكافحة الحشائش المائية.

٥- كما تفرز جذور بعض النباتات مواد سامة للنباتات المجاورة لها. ومن أمثلة ذلك: المسترد الأسود black mustard (*Brassica nigra*) الذى تفرز جذوره مواد سامة لبعض النباتاتِ؛ مثل: الـ chaparral؛ مما يجعل بذوره غير قادرة على الإنبات بجوار المسترد الأسود، بينما لا يؤثر المسترد على نباتات المراعى المرغوبة.

مكافحة الحشائش ببدائل المبيدات

مبيدات حشائش من الأسمدة الآزوتية

يمكن استعمال التحضير التجارى AN-20 وثيوسلفات الأمونيوم ammonium thiosulfate ومخلوط منهما كمصدر للنيتروجين، وكذلك فى مكافحة الحشائش فى كل من الصليبيات والثوميات.

ومن بين الحشائش التى يمكن مكافحتها عدد كبير من عريضة الأوراق شريطة ألا يزيد طولها عند المعاملة عن ٧,٥ سم.

ومما يتعين مراعاته عند استعمال تلك المصادر النيتروجينية السائلة فى مكافحة الحشائش، ما يلى:

١- لا تُجرى المعاملة قبل أن يتكون بأوراق المحصول المزروع ورقتان حقيقيتان. والأفضل أن يكون قد تكون به ٣-٤ ورقات حقيقية لكى تقل فرصة إصابته بأى أضرار.

٢- لا تُجرى المعاملة فى خلال أربعة أيام بعد فترة من الجو البارد الغائم أو المطر، كما لا تُجرى عندما توجد مياه حرة على الأوراق.

٣- تُوقف المعاملة إن لم تنزلق قطيرات محلول الرش من على أوراق المحصول المزروع، إذ يكون ذلك دليلاً على أن الغطاء الشمعى بالأوراق ليس كافيًا؛ الأمر الذى قد يكون مرده إلى تعرض النباتات حديثًا لجو بارد غائم أو ممطر، أو أن يكون الصنف ذاته قليل الطبقة الشمعية وغير مناسب لتلك المعاملة.

٤- عدم المعاملة فى خلال أربعة أيام من المعاملة بمبيد حشرى أو فطرى أو بعد المعاملة بأى مادة ناشرة.

٥- تستخدم بشابير (بزابيز) كبيرة لتجنب تكوين قطرات دقيقة جدًّا مثل الضباب تضر بالمحصول.

٦- توجيه محلول الرش عند قاعدة النبات، مع استخدام واقيات لمنع وصول رذاذ الرش إلى المحصول إن أمكن.

يحتوى التحضير التجارى AN-20 على نيتروجين بنسبة ٢٠٪، وتتم المعاملة به بمعدل ٢٠٠–٢٥٠ لتر للفدان. لا يروى الحقل بعد المعاملة لمدة يومين، ولكنه يجرى بعد ذلك لأجل توصيل السماد النيتروجينى إلى منطقة نمو الجذور. ويجب أن تؤخذ كمية النيتروجين فى الحسبان عند حساب الاحتياجات السمادية للمحصول.

كذلك يمكن استعمال مخلوط من AN-20 و ammonium thiosulfate (بنسبة ١:١) بنفس المعدل السابق، وللمخلوط نفس كفاءة أى من المركبين منفردًا.

أما الـ ammonium thiosulfate فإنها تحتوى على ٢٠٪ نيتروجين، و ٢٦٪ كبريت، ويمكن استعمالها — كذلك — بمعدل ٢٠٠–٢٥٠ لتر للفدان رشًا. ويجب أن تؤخذ كميات هذين العنصرين فى الحسبان عند تحديد الاحتياجات السمادية للمحصول. وكما هو الحال فى حالة المعاملة بـ AN-20 .. يجب عدم الرى لمدة يومين بعد الرش، ثم الرى بعد ذلك لتحريك السماد فى التربة إلى منطقة نمو الجذور.

ويفيد مع الثوميات فقط (البصل والثوم والكرات والشالوت) استعمال المركب

monocarbamide dihydrogensulfate فى مكافحة الحشائش، وهو مركب يحتوى على ١٥٪ نيتروجين، و ١٥,٨٪ كبريت، ويستعمل بمعدل ٦٠-٧٥ لتر للفدان، علمًا بأن بعض محتواه من النيتروجين يفقد بالتطاير عند الرش. يجب عدم رى الحقل لمدة يومين بعد المعاملة، على أن يروى بعد ذلك لتحريك السماد إلى منطقة نمو الجذور (Oregon State University — الإنترنت — ٢٠٠٧).

الزيوت الأساسية

تعمل الزيوت الأساسية لعديد من النباتات (مثل القرفة *Cinnamomum zeylanicum*، والقرنفل *Syzgium aromaticum*، والزعتر الأحمر *Thymus vulgaris*. وزعتر البر *Satureja hortensis*) كمبيدات حشائش قد يمكن الاستفادة منها فى الزراعات العضوية (Tworkoski ٢٠٠٢).

مكافحة الحشائش بالمبيدات

تستخدم مبيدات الحشائش herbicides بنجاح فى مكافحة الحشائش فى مزارع الخضر، وهى لا تستخدم بهدف الاستغناء كلية عن عملية العزيق. وإنما يكون الغرض تقليل عدد مرات العزيق إلى عزقة واحدة أو اثنتين على الأكثر، مع جعلهما أكثر فاعلية. كذلك فإنه يمكن استعمال مبيد الحشائش فوق خط الزراعة نفسه؛ أى فى المنطقة التى لا يمكن الوصول إليها بالعازقات التى تسحبها الجرارات. هذا .. ولا يجوز استعمال مبيدات الحشائش فى حدائق الخضر المنزلية بسبب تنوع المحاصيل التى تزرع فيها.

وتجدر الإشارة إلى أن تكلفة إنتاج مبيد الحشائش الواحد وإجراء الاختبارات اللازمة عليه تصل إلى عشرات أو مئات الملايين من الدولارات؛ ولذا .. فإن شركات إنتاج المبيدات توجه جُلَّ اهتمامها نحو إنتاج المبيدات التى تناسب المحاصيل الحقلية التى تنتشر زراعتها على نطاق واسع؛ لكى تضمن تحقيق عائد مجزٍ من استثماراتها فى هذا المجال. وبعد أن تُنتج تلك المبيدات — لهذه المحاصيل — فإنها تختبر على محاصيل الخضر للتعرف على ما إن كانت تصلح لأى منها أو لا تناسبها.

وفى حالة عدم توفر مبيدات الحشائش الاختيارية لمحاصيل معينة يكون من المفيد اتباع طريقة الـ stale seedbed technique، وفيها تجهز الأرض لزراعة المحصول قبل الموعد المتوقع للزراعة بأسبوعين إلى ثلاثة أسابيع، حتى لا يؤدى أى تغير فى الظروف البيئية إل تغير أنواع الحشائش التى تنبت بذورها، ثم تروى الأرض دون زراعة لكى ينمو بها أكبر قدر من الحشائش، التى تُرش بذورها بأحد مبيدات الحشائش القاتلة لها بالملامسة، ثم تجرى الزراعة بعد ذلك دون إثارة للتربة، حتى لا يصل إلى السطح قدرًا جديدًا من مخزونها من بذور الحشائش.

هذا .. إلاّ أن هذه الطريقة لا تناسب الأراضى التى تتشقق وتلك التى تتكون بها قشور سطحية.

وقد ظهرت الحشائش المقاومة لمبيدات الحشائش منذ بداية سبعينيات القرن العشرين، وكانت البداية ظهور الحشائش المقاومة للترايازين triazine، وأعقبها ظهور المقاومات لكل من الباراكوات paraquat، والسلفونيل يوريا sulfonyl urea، والإيميدازولينون imidazolinone. وقد ساعد استعمال سبلة المواشى التى عُلِّفت بسيلاج أذرة من حقول تكاثرت فيها الطرز المقاومة للحشائش على انتشار تلك الطرز فى حقول أخرى.

توقيت المعاملة بمبيدات الحشائش

إن توقيت المعاملة بمبيدات الحشائش قد يكون فى أى من المواعيد التالية:

١- قبل الزراعة pre-plant .. أى قبل زراعة المحصول؛ فمثلاً .. يلزم خلط المبيد Treflan فى التربة لقتل الحشائش قبل زراعة المحصول، وقد يؤدى عدم خلط المبيد فى التربة إلى فقده كغاز أو تحلله بفعل الأشعة الشمسية.

٢- قبل الإنبات pre-emergence، الأمر الذى قد يكون:

أ- قبل إنبات المحصول.

ب- قبل إنبات الحشائش.

جـ- قبل إنبات المحصول والحشائش.

٣- بعد الإنبات post-emergence .. أى بعد إنبات محصول معين أو حشيشة معينة؛ فمثلاً .. يعطى المبيد Sencor مكافحة جيدة لعدد من الحشائش العريضة والضيقة الأوراق، ويمكن استعماله فى حقول البطاطس والطماطم أثناء نموها.

وغالبًا ما يستعمل المبيد بعد إنبات المحصول وقبل إنبات الحشائش؛ فمثلاً .. يمكن عزيق حقول الذرة السكرية عندما يبلغ طول النبات ٦٠-٩٠ سم، بحيث يكون الحقل خال تمامًا من الحشائش، ثم رش سطح التربة بين خطوط الذرة بأحد المبيدات مثل Dual أو Lasso لمنع نمو أى بذور حشائش جديدة. وتعرف هذه المعاملة — عادة — باسم layby (Brandenberger & Dinello ٢٠٠٧).

معاملات مبيدات الحشائش

يعطى جدول (١٤-١) بيان ببعض المبيدات المستعملة مع مختلف محاصيل الخضر وطريقة فعلها، بينما يعطى جدول (١٤-٢) بيان بتأثير المبيدات على مختلف أنواع الحشائش.

مكافحة السعد

إن أخطر أنواع السعد نوعان هما: السعد الأصفر *Cyperus esculentus*، والسعد القرمزى *Cyperus rotundus* وهما النوعان الوحيدان المنتجان للدرنات من بين ٢٠ نوعًا معروفًا من السعد.

ومن بين مبيدات السعد الفعالة ما يلى:

١- بنّات Pennat .. مبيد سابق للإنبات يحتوى على المادة الفعالة metolachor، ويستعمل فى مكافحة السعد الأصفر.

٢- بازاجران Basagran T/O .. مبيد سابق للإنبات يحتوى على المادة الفعالة bentazon، ويستعمل فى مكافحة السعد الأصفر.

٣- إيماج Image .. مبيد تال للإنبات يحتوى على المادة الفعالة imazaquin، ويستعمل فى مكافحة السعد القرمزى.

ونظرًا لعدم وجود مبيد حشائش واحد يكافح كلا نوعى السعد؛ لذا يلزم التأكد من النوع المنتشر والمراد مكافحته، والفرق بينهما يمكن ملاحظته بسهولة عند الإزهار؛ حيث تكون أزهار السعد الأصفر صفراء اللون؛ بينما تكون أزهار السعد القرمزى قرمزية. وإن لم تكن النباتات مزهرة فإنه يمكن التفريق بين النوعين من قمة الأوراق حيث تكون مستدقة ومسحوبة فى السعد الأصفر، وزورقية فى السعد القرمزى (M. Czarnota – جامعة جورجيا – الإنترنت – ٢٠٠٨).

كذلك يكافح السعد باستعمال الجلايفوسيت glyphosate (كما فى الروند أب على سبيل المثال) بالرش مرتان: تكون أولاهما باستعمال ٢,٥ لتر من التحضير التجارى فى ١٥٠ لتر ماء للفدان، وذلك بعد الرى وعندما يصل ارتفاع السعد إلى ١٠–١٥ سم ويكون به من ٤–٦ أوراق، وتكون الرشة الثانية باستعمال ١,٥ لتر من التحضير التجارى فى ١٥٠ لتر ماء للفدان، وذلك بعد شهر واحد إلى شهرين من الرشة الأولى.

مكافحة النجيل والحلفا والعليق

يكافح النجيل والحلفا والعليق بالمبيد جلايفوسيت glyphosate (كما فى التحضير التجارى روند أب على سبيل المثال)، وذلك بالرش بمعدل لترين من المركب التجارى فى ١٥٠–٢٠٠ لتر ماء للفدان عندما يكون النجيل بارتفاع ١٠–١٥ سم وقبل مرحلة التزهير، والحلفا فى حالة نمو خضرى نشط، والعليق عند بداية نموه الخضرى.

ونظرًا لأن الجلايفوسيت مبيد جهازى فإنه يُمتص عن طريق الأوراق؛ لينتقل بعد ذلك إلى أسفل نحو الجذور والريزومات ليقضى عليها؛ فلا تستعيد النباتات نموها.

جدول (١٤-١): بعض المبيدات (والمواد الفعالة فيها بين قوسين) المستعملة مع مختلف محاصيل الخضر.

محصول الخضر	المبيد وكيفية فعله[أ]																						
	Lorox (*linuron*)	Lasso (*alachlor*)	Kerb (*pronamide*)	Karmex (*diuron*)	Gramoxone (*paraquat*)	Goal (*oxyfluorfen*)	Fusilade DX (*fluazifop-p-butyl)j*	Eradicane (*EPTC + safener*)	Eptam/Genep (*EPTC*)	Dual II Magnum (*metolachlor*)	Devrinol (*napropamide*)	Curbit (*ethalfluralin*)	Command (*clomazone*)	Clarity (dicamba)	Chateau (*flumioxazin*)	Callisto (*mesotrione*)	Buctril (*bromoxynil*)	Basagran (*bentazon*)	Balan (*benefin*)	Assure II (*quizalofop-p-ethyl*)	Alanap (*naptalam*)	AAtrex (*atrazine*)	Aim (*carfentrazone*)
	7	10	6	7	3	3	2	10	10	10	6	6	5	9		11	4	4	6	2	9	7	3
الأسبرجس	×		×									×							×				
الفاصوليا الجافة	×												×	×					×				
الفاصوليا الخضراء	×	×				×		×						×		×			×			×	
البنجر	×										×	×							×				
البروكولي														×									
كرنب بروكسل	×										×	×		×					×				
الكرنب	×													×	×				×				
الجزر	×										×		×	×					×				
القنبيط				×		×					×								×				
الخيار	×						×		×					×			×	×	×				
الباذنجان	×		×								×	×	×						×				

تابع جدول (١٤-١).

المبيد وكيفية فعله(1)		الخس والهندباء	الكنتالوب	البصل	البسلة	الفلفل	البطاطس	القرع العسلي	السبانخ	الكوسة	الذرة السكرية	الطماطم	البطيخ
Aim (*carfentrazone*)	3					×							×
AAtrex (*atrazine*)	7											×	
Alanap (*naptalam*)	9	×											
Assure II (*quizalofop-p-ethyl*)	2												×
Balan (*benefin*)	6		×	×	×	×	×	×	×		×	×	×
Basagran (*bentazon*)	4				×		×		×				
Buctril (*bromoxynil*)	4					×							×
Callisto (*mesotrione*)	11												
Chateau (*flumioxazin*)											×	×	
Clarity (dicamba)	9					×	×			×	×	×	×
Command (*clomazone*)	5		×		×		×	×	×				×
Curbit (*ethalfluralin*)	6			×									
Devrinol (*napropamide*)	6			×			×				×		
Dual II Magnum (*metolachlor*)	10												×
Eptam/Genep (*EPTC*)	10												
Eradicane (*EPTC + safener*)	10												
Fusilade DX (*fluazifop-p-butyl*)	2												
Goal (*oxyfluorfen*)	3										×	×	
Gramoxone (*paraquat*)	3	×											
Karmex (*diuron*)	7										×	×	
Kerb (*pronamide*)	6			×									
Lasso (*alachlor*)	10												
Lorox (*linuron*)	7		×	×		×	×	×	×	×	×	×	×

محصول الخضر

تابع جدول (١٤-١).

محصول الخضر	Matrix (*rimsulfuron*)	Outlook (*dimethenamid*)	Permit (*halosulfuron*)	Poast (*sethoxydim*)	Prefar (*bensulide*)	Princep (*simazine*)	Prowl (*pendimethalin*)	Pyramin (*pyrazon*)	Raptor (*imazamox*)	Reflex (*fomesafen*)	Reglone (*diquat*)	Ro-Neet (*cycloate*)	Roundup Ultra (*glyphosate*)	Sandea (*halosulfuron*)	Select (*clethodim*)	Sencor (*metribuzin*)	Sonolan (*ethalfluralin*)	Spin-Aid (*phenmedipham*)	Stinger (*clopyralid*)	Strategy	Sutan + 6.7E (*butylate + safener*)	Treflan (*trifluralin*)	(2,4-D)
المبيد وكيفية فعله[أ]	1	10	1	2	6	7	6	4	1		3	10	8	1	2	7	6	4	9	5,6	10	6	9
الأسبرجس				×									×	×	×	×						×	×
الفاصوليا الجافة		×		×			×		×	×	×		×	×	×		×					×	
الفاصوليا الخضراء				×			×		×	×			×	×								×	
البنجر								×				×	×		×			×	×				
البروكولى				×	×								×		×							×	
كرنب بروكسل				×	×										×				×			×	
الكرنب				×	×								×		×				×			×	
الجزر				×									×		×	×						×	
القنبيط				×	×								×		×				×			×	
الخيار				×	×								×	×	×					×			
الباذنجان				×	×									×	×								

تابع جدول (١٤-١).

المبيد وكيفية فعله(1)		الخس والهندباء	الكنتالوب	البصل	البسلة	الفلفل	البطاطس	القرع العسلي	السبانخ	الكوسة	الذرة السكرية	الطماطم	البطيخ
		محصول الخضر											
Matrix (*rimsulfuron*)	1						×					×	
Outlook (*dimethenamid*)	10			×			×				×		
Permit (*halosulfuron*)	1										×		
Poast (*sethoxydim*)	2	×	×	×	×	×	×	×	×	×		×	×
Prefar (*bensulide*)	6	×	×			×				×		×	×
Princep (*simazine*)	7										×		
Prowl (*pendimethalin*)	6			×	×		×				×		
Pyramin (*pyrazon*)	4												
Raptor (*imazamox*)	1				×								
Reflex (*fomesafen*)													
Reglone (*diquat*)	3						×						
Ro-Neet (*cycloate*)	10								×				
Roundup Ultra (*glyphosate*)	8	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Sandea (*halosulfuron*)	1		×			×		×		×		×	×
* Select (*clethodim*)	2	×	×	×		×	×	×	×	×		×	×
Sencor (*metribuzin*)	7				×		×					×	
Sonolan (*ethalfluralin*)	6												
Spin-Aid (*phenmedipham*)	4								×				
Stinger (*clopyralid*)	9								×		×		
Strategy	5,6		×					×		×			
Sutan + 6.7E (*butylate + safener*)	10											×	
Treflan (*trifluralin*)	6				×	×	×				×	×	
(2,4-D)	9												

تابع جدول (١٤-٢).

المبيد	YN	Q	FS	FP	C	B	V	N	M	GA	S	P	CR	CP	CL
	حشائش معمرة		حشائش حولية رفيعة الأوراق				حشائش حولية عريضة الأوراق								
مبيدات يُعامل بها قبل الزراعة															
Balan	P	P	E	E	E	E	P	P	P	P	P	G	P	G	F
Devrinol	P	P	E	E	E	E	P	P	P	F	P	G	P	G	F
Eptam	G	F	E	E	E	E	G	P	P	P	F	F	P	G	F
Eradicane	G	P	E	E	E	E	F	P	P	P	F	F	P	G	F
Prefar	P	P	E	E	E	E	P	P	P	P	P	F	P	F	P
Ro-Neet	F	P	E	G	E	E	P	G	P	P	P	G	P	G	F
Sutan	G	P	E	E	E	E	F	P	P	P	P	F	P	P	P
Treflan	P	P	E	G	E	E	P	P	P	P	P	G	P	F	F
مبيدات يُعامل بها بعد الإنبات															
AAtrex + oil	F	G	G	F	G	G	F	G	E	E	E	E	E	E	E
Aim	P	P	P	P	P	P	E	G	F	P	F	E	P	-	G
Assure II/Targa	P	E	E	E	E	E	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Basagran	G	P	P	P	P	P	G	P	G	G	G	F	G	G	G
Callisto	P	P	P	P	F	P	G-E	E	E	E	E	E	F	-	E
Clarity	P	P	P	P	P	P	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Fusilade	P	F-G	G-E	G-E	G	G	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Goal	P	P	P	P	P	P	P	P	F	F	G	E	F	G	F
Gramoxone	G	G	E	E	E	E	G	G	E	E	E	E	E	E	E
Lorox	P	P	P	P	P	F	G	P	G	G	G	E	G	G	E

تابع جدول (١٤-٢).

المبيد	YN	Q	FS	FP	C	B	V	N	M	GA	S	P	CR	CP	CL
	حشائش معمرة		حشائش حولية رفيعة الأوراق				حشائش حولية عريضة الأوراق								
Matrix	P	G	E	G	G	E	P-F	P-F	E	G	P-F	E	P-F	P	P
Poast	P	F	G	G	F	G	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Raptor	P	P	F	P	P	P	P	E	E	F-G	F	E	P	F	G
Reflex	F	P	P	P	F	P	P	G	E	E	F	E	E	E	F
Roundup	F	F	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Sandea/Permit	E	P	P	P	P	P	G-E	P	G-E	G	G-E	E	G-E	P	P
Select	P	G	E	E	G	E	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Sencor	P	P	G	G	G	F	G	P	E	E	E	G	E	E	E
Stinger	P	P	P	P	P	P	P	E	P	P	F-G	P	E	P	P
2,4-D	P	P	P	P	P	P	E	E	G	G	F	G	G	G	G

أ- أنواع الحشائش (من اليسار إلى اليمين):

CL = Common Lambs quarters; CP = common Purslane الرجلة; CR = Common Ragweed الرجيد (شمال أمريكا); P = Pigweed عرف الديك وفساء الكلاب والزربيح; S = Smart Weed أبو ظلف المائى: GA = Galinsoga; M = Mustard خردل أوكبر; N = Nightshade عنب الديب; V = Velvetleaf; B = Barnyardgrass الدنيبة والنسيلة; C = Crabgrass أبو ركبة; FP = Fall Panicum; FS = Foxtail Species ذيل القط ودفرة وديل الفار; Q = Quakgrass; YN = Yellow Nutsedge السعد الأصفر.

ب- التأثير على الحشائش (من اليسار إلى اليمين):

E = excellent ممتاز; G = good جيد; F = fair مقبول; P = poor to no control قليل إلى عديم التأثير.

تابع جدول (١٤-٢).

المبيد	حشائش معمرة		حشائش حولية رفيعة الأوراق				حشائش حولية عريضة الأوراق								
	YN	Q	FS	FP	C	B	V	N	M	GA	S	P	CR	CP	CL
مبيدات يُعامل بها قبل الزراعة															
Balan	P	P	E	E	E	E	P	P	P	P	P	G	P	G	F
Devrinol	P	P	E	E	E	E	P	P	P	F	P	G	P	G	F
Eptam	G	F	E	E	E	E	G	P	P	P	F	F	P	G	F
Eradicane	G	P	E	E	E	E	F	P	P	P	F	F	P	G	F
Prefar	P	P	E	E	E	E	P	P	P	P	P	F	P	F	P
Ro-Neet	F	P	E	G	E	E	P	G	P	P	P	G	P	G	F
Sutan	G	P	E	E	E	E	F	P	P	P	P	F	P	P	P
Treflan	P	P	E	G	E	E	P	P	P	P	P	G	P	F	F
مبيدات يُعامل بها بعد الإنبات															
AAtrex + oil	F	G	G	F	G	G	F	G	E	E	E	E	E	E	E
Aim	P	P	P	P	P	P	E	G	F	P	F	E	P	-	G
Assure II/Targa	P	E	E	E	E	E	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Basagran	G	P	P	P	P	P	G	P	G	G	G	F	G	G	G
Callisto	P	P	P	P	F	P	G-E	E	E	E	E	E	F	-	E
Clarity	P	P	P	P	P	P	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Fusilade	P	F-G	G-E	G-E	G	G	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Goal	P	P	P	P	P	P	P	P	F	F	G	E	F	G	F
Gramoxone	G	G	E	E	E	E	G	G	E	E	E	E	E	E	E
Lorox	P	P	P	P	P	F	G	P	G	G	G	E	G	G	E

تابع جدول (١٤-٢).

حشائش حولية عريضة الأوراق									حشائش حولية رفيعة الأوراق				حشائش معمرة		
CL	CP	CR	P	S	GA	M	N	V	B	C	FP	FS	Q	YN	المبيد
P	P	P-F	E	P-F	G	E	P-F	P-F	E	G	G	E	G	P	Matrix
P	P	P	P	P	P	P	P	P	G	F	G	G	F	P	Poast
G	F	P	E	F	F-G	E	E	P	P	P	P	F	P	P	Raptor
F	E	E	E	F	E	E	G	P	P	F	P	P	P	F	Reflex
E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	F	F	Roundup
P	P	G-E	E	G-E	G	G-E	P	G-E	P	P	P	P	P	E	Sandea/Permit
P	P	P	P	P	P	P	P	P	E	G	E	E	G	P	Select
E	E	E	G	E	E	E	P	G	F	G	G	G	P	P	Sencor
P	P	E	P	F-G	P	P	E	P	P	P	P	P	P	P	Stinger
G	G	G	G	F	G	G	E	E	P	P	P	P	P	P	2,4-D

أ- أنواع الحشائش (من اليسار إلى اليمين):

CL = Common Lambs quarters; CP = common Purslane الرجلة**; CR = Common Ragweed** الرجيد (شمال أمريكا)**; P = Pigweed** عرف الديك وفساء الكلاب والزربيح**; S = Smart Weed** أبو ظلف المائى**: GA = Galinsoga; M = Mustard** خردل أوكبر**; N = Nightshade** عنب الديب**; V = Velvetleaf; B = Barnyardgrass** الدنيبة والنسيلة**; C = Crabgrass** أبو ركبة**; FP = Fall Panicum; FS = Foxtail Species** ذيل القط ودفرة وديل الفار**; Q = Quakgrass; YN = Yellow Nutsedge**السعد الأصفر **.**

ب- التأثير على الحشائش (من اليسار إلى اليمين):

E = excellent ممتاز**; G = good**جيد **; F = fair** مقبول**; P = poor to no control** قليل إلى عديم التأثير**.**

ويُعد رش الحشائش المعمرة بالجلايفوسيت قبل الحراثة وزراعة المحصول أفضل وسيلة للتخلص منها، ويجب ألا يقل طولها عند المعاملة عن ٢٥ سم، وألا تكون قد تعرضت لفترة من الجفاف قبل رشها.

بعض الأمور التى يتعين مراعاتها عند المعاملة بمبيدات الحشائش

يتعين عند المعاملة بمبيدات الحشائش أخذ الأمور التالية فى الاعتبار:

١- يجب تنعيم التربة قبل معاملتها بالمبيدات، لأن توزيعها لا يكون متجانسًا فى التربة بعدما تتكسر القلاقيل الكبيرة التى لا تصل إلى داخلها المبيدات.

٢- يجب رش الحشائش عندما تكون أقل من ٢,٥ سم طولاً.

٣- لا يفيد الماء المستخدم عند المعاملة بالمبيدات سوى فى توصيل المبيد بتجانس إلى كل الحقل المراد معاملته. وعمومًا .. يكفى ٨٠-١٢٠ لتر من الماء لهذا الغرض مع معظم المبيدات.

٤- يمكن خلط اثنان أو ثلاثة من مبيدات الحشائش معًا للحصول على نتائج أفضل، مع استعمال معدلات منخفضة من كل منها. ولكن يُراعى أن تكون المبيدات المخلوطة معًا متقاربة فى خصائصها الفيزيائية مثل درجة ذوبانها وسرعة تبخرها وهى الصفات التى تؤثر فى تحركها فى التربة واستمرار فاعليتها فيها.

٥- تحتاج المعاملة بمعظم مبيدات الحشائش إلى مواد إضافية adjuvants لتجعلها أكثر فاعلية، مثل المواد الناشرة spreaders والمبللة wetting agents، والمقللة للتوتر السطحى surfactants، وجميعها تعمل فعل الصابون، وقد يكون بعضها لاصقًا sticking agents، وهى غالبًا تستعمل مع مواد ناشرة وتسمى spreader/stickers.

٦- تعد أفضل وسيلة لتجنب وجود تأثير متبقٍ فى التربة لبعض مبيدات الحشائش على المحاصيل التالية فى الدورة خفض الجرعة المستعملة منها مع المعاملة السطحية قدر الإمكان. ويمكن خفض الجرعة إذا استعمل خليط من مبيدات الحشائش، أو إذا ما أجريت المعاملة بنفس المبيد على دفعتين بجرعتين منخفضتين.

٧- يتعين تخصيص رشاشات للمعاملة بمبيدات الحشائش، أما إذا لم يكن ذلك

ممكنًا فإنه يتعين تنظيف الرشاشات – بكل أجزائها بما فيها التانك والخراطيم والبشابير – جيدًا بالماء أو بالماء والصابون إن لم يكن الماء وحده كافيًا، وقد يستعمل الماء الساخن إذا لزم الأمر، وقد يحتاج الأمر إلى ترك الماء – البارد أو الساخن – فى الرشاشة لمدة ١٨-٣٦ ساعة.

وفى حالة استعمال الرشاشات فى المعاملة بمبيدات نحاسية يتعين تنظيفها لمدة ساعتين بمحلول من الخل والماء بنسبة ١٪؛ لأن النحاس يتعارض مع كفاءة عمل بعض مبيدات الحشائش.

وفى جميع الحالات يتعين بعد التنظيف شطف الرشاشات – بكل أجزائها – عدة مرات بالماء العادى.

النباتات الزهرية المتطفلة

النباتات الزهرية المتطفلة هى – كما يُستدل من اسمها – نباتات راقية تُنتج أزهارًا وبذورًا، ولكنها تتطفل على غيرها من النباتات؛ لتحصل منها على غذائها؛ حيث لا يمكنها الاستمرار فى النمو وإكمال دورة حياتها – بإنتاج جيل جديد من البذور – فى غياب عائل مناسب لها يمكن أن تتطفل عليه. وتعد محاصيل الخضر من أهم عوائل تلك النباتات.

ونجد فى علم أمراض النبات أن النباتات الزهرية المتطفلة تعد من مسببات الأمراض؛ باعتبار أنها تتطفل على المحاصيل الزراعية، محدثة بها معاناة مستمرة، تنتهى إلى ظهور أعراض مرضية عليها؛ مثل: ضعف النمو والتقزم، واصفرار الأوراق، وجفافها، وموت النباتات فى حالات الإصابة الشديدة.

كذلك نجد فى علم الحشائش أن النباتات الزهرية المتطفلة تعد من الأعشاب الضارة التى يقوم بدراستها المتخصصون فى هذا العلم؛ باعتبار أنها حشيشة تنافس المحاصيل المزروعة، وتُحدث أضرارًا أشد من الأضرار التى تحدثها الحشائش العادية غير المتطفلة. وتكافح بطرق مماثلة لتلك التى تكافح بها تلك الحشائش العادية.

هذا .. ويعرف أكثر من ٢٥٠٠ نوع من النباتات المتطفلة Parasitic Plants تنتمى إلى ١٠ عائلات نباتية على الأقل، لكن القليل منها هو ما يُحدث خسائر اقتصادية جوهرية؛ مثل (عن Russell ١٩٧٨):

الجنس	الاسم العربى	الاسم الإنجليزى	العائلة التابع لها
Cuscuta spp.	الحامول	doddor	Cuscutaceae
Orobanche spp.	الهالوك	broomrape	Orobanchaceae
Striga spp.	العدار	wichweeds	Scrophulariaceae
Arceuthobium spp.	الدبق	mistletoes	Loranthaceae

تُحدث معظم النباتات الزهرية المتطفلة جانبًا كبيرًا من أضرارها بالمحصول الذى تتطفل عليه من قبل أن تبرز فوق سطح التربة؛ ولذا .. فإن استنفاذ مخزون التربة من بذور النبات المتطفل يجبَ أن يكون الهدف الأول عند التخطيط لمكافحته.

ونظرًا للاتصال البيولوجى الوثيق بين النباتات المتطفلة وعوائلها، فإن مبيدات الحشائش لا يمكنها التفريق بينها، ويكون من الصعب الاعتماد عليها فى المكافحة.

وبالمقارنة .. فإن اللجوء إلى المكافحة الحيوية، سواء أكانت بالاعتماد على الفطريات، أم البكتيريا، أم الحشرات ربما يكون أكثر فاعلية، نظرًا لأنه يمكن — غالبًا — التوصل إلى كائنات معينة للمكافحة الحيوية يمكنها إصابة النبات المتطفل دون عائله (Sauerborn وآخرون ٢٠٠٧).

الهالوك

الوضع التقسيمى، والأنواع، والعوائل

يتبع الهالوك Broomrape العائلة الهالوكية Orobanchaceae والجنس *Orobanche*، ويعرف منه نحو ١٢٠ نوعًا تنتشر فى معظم أنحاء العالم، وتتطفل على عديد من الأنواع النباتية.

وتعرف ستة أنواع من الهالوك فى مصر؛ هى كما يلى (El-Helaly وآخرون

١٩٧٣، و Parker & Wilson ١٩٨٦):

O. aegyptiaca	*Orobanche crenata*
O. minor var. *grisebachii*	*O. ramosa*
O. cernua	*O. muteli*

ويعطى المرجعان وصفًا تفصيليًا لكل نوع من الهالوك والأنواع النباتية التى يصيبها.

ومن أهم عوائل الهالوك فى مصر كل من البطاطس، والطماطم، والبرسيم، والبسلة، والفول، والحمص، والترمس، والجزر، والكرنب، والباذنجان، وعدد كبير من الحشائش (Al-Menofi ١٩٧٨).

ومن أهم المحاصيل التى يصيبها نوع الهالوك *O. crenata* (الذى يعرف باسم هالوك الفول) كل من الفول، والعدس، والبطاطس، والبسلة والجزر، والقرطم.

ويصيب النوع *O. cernua* عباد الشمس، والباذنجانيات، وخاصة الطماطم، والباذنجان، والتبغ.

كما يصيب النوعان *O. ramosa*، و *O. aegyptiaca* الباذنجانيات، وخاصة الطماطم.

ومن محاصيل الخضر الأخرى التى يصيبها الهالوك: فجل الحصان، وكرنب أبو ركبة، واللفت، والفول الرومى، والخس (عن Wilhelm وآخرين ١٩٦٥، و Parker & Wilson ١٩٨٦).

وتنتمى معظم عوائل الهالوك إلى العائلات: البقولية، والباذنجانية، والصليبية.

الوصف النباتى والتطفل

يتكون نبات الهالوك من ساق أرضية شحمية تحمل شمراخًا سميكًا، يظهر فوق سطح التربة، ويحمل أزهارًا كثيرة العدد تميل إلى الاصفرار. وأوراقه مختزلة إلى حراشيف صغيرة، وقاعدة الشمراخ الزهرى متدرنة، تخرج منها جذور صغيرة متحورة إلى ممصات، وهى التى تخترق جذور العائل بها لتمتص منها الغذاء.

وثمار الهالوك علبة تحتوى على عدة مئات من البذور الصغيرة البنية اللون.

تسقط هذه البذور فى التربة، وتنتثر بواسطة الرياح، وتحتفظ بحيويتها لمدة طويلة تصل إلى ١٠-١٢ سنة، ولا تنبت إلا فى وجود العائل، فإن لم تجده فإنها تبقى ساكنة.

تحدث الإصابة عندما تكون بذرة الهالوك على مسافة لا تزيد على ٣ مم عن جذر أحد العوائل المناسبة؛ حيث تصل إليها مواد منبهة للإنبات تفرزها جذور العائل؛ لتكون نموًا يعرف باسم Procaulome لا يزيد طوله على بضعة ملليمترات. وتتجه البذرة بعد إنباتها مباشرة نحو تكوين ممص يخترق جذر العائل، ويتصل بحزمه الوعائية، ويمتص منه الغذاء. ويعقب ذلك مباشرة تكون جسم كروى nodule على سطح جذور العائل فى منطقة اتصال الممص بالجذور، ثم ينمو هذا الجسم الكروى تدريجيًا، وتتكون عليه حراشيف ورقية هى أصل الشمراخ الزهرى لنبات الهالوك، كما تظهر عليه بثرات صغيرة تعطى ممصات أخرى، تتصل -بدورها- بجذور العائل. ويعقب ذلك استطالة الجسم الكروى؛ ليكون شمراخًا زهريًا أو عدة شماريخ زهرية.

وبمجرد نمو هذه الشماريخ فوق سطح الأرض، تتفتح عليها الأزهار. وتخصب، وتنضج البذور فى فترة وجيزة. ويحدث ذلك -غالبًا- عندما يكون العائل فى طور الإزهار.

وقد قدر أن عدد البذور التى ينتجها نبات الهالوك الواحد يتراوح بين ٤٠٠٠٠ و ٥٠٠٠٠ بذرة. ويحتوى المللیجرام الواحد من البذور على نحو ٢٧٠ بذرة؛ أى يحتوى الجرام على أكثر من ربع مليون بذرة (عن العروسى وآخرين ١٩٨٦؛ وروبرتس وبوثرويد ١٩٨٦، و Parker & Wilson ١٩٨٦).

وتؤدى الإصابة بالهالوك إلى انخفاض المحصول بشدة؛ فعلى سبيل المثال ينخفض محصول الفول من البذور بمقدار النصف إذا تطفل على نبات الفول أربعة نباتات من الهالوك *O. crenata*.

ونظرًا لأهمية العلاقة البيولوجية بين الهالوك وعائله فى تحديد طرق المكافحة المناسبة، فإننا نبرز أهم جوانب تلك العلاقة فيما يلى:

١- تعيش بذور الهالوك - فى التربة - فى غياب العائل مدة تصل إلى ١٠-١٢ عامًا، ولا تنبت إلا فى وجوده، بعد أن تستكمل احتياجاتها من التعرض لظروف خاصة من الحرارة والرطوبة.

٢- قد تتنبه البذور للإنبات - أحيانًا - بواسطة إفراز من جذور نباتات لا تعد من عوائل الهالوك.

٣- يموت النمو الناتج عن إنبات البذرة إن لم يتصل بجذور عائل مناسب خلال أيام قليلة.

٤- يكون النمو الهوائى للهالوك خالٍ تمامًا من الكلورفيل؛ حيث يحصل على كل غذائه من عائله.

٥- ينتج نبات الهالوك الواحد نحو ربع مليون بذرة.

المكافحة المتكاملة

لا تفيد الدورة الزراعية فى مكافحة الهالوك؛ وذلك بسبب طول فترة بقاء بذوره ساكنة فى التربة فى غياب العائل المناسب - والتى تصل إلى ١٢ عامًا - من ناحية، ولكثرة عوائله من ناحية أخرى.

ومن أهم الوسائل والممارسات الزراعية التى تتبع فى مكافحة الهالوك ما يلى:

١- تعقيم التربة بالمبيدات، وهى طريقة مضمونة النتائج.

٢- تعقيم (بسترة التربة) بواسطة الإشعاع الشمسى؛ وهى طريقة فعالة كذلك، ولها مزايا أخرى كثيرة، ولا شك فى أنها تكون اقتصادية فى الحقول الموبوءة - بشدة - ببذور الهالوك.

٣- زراعة النباتات الصائدة التى يمكنها تحفيز بذور الهالوك للإنبات، ولكن دون أن تتعرض للإصابة به؛ مثل الكتان بالنسبة للنوع *O. ramosa*.

٤- زراعة النباتات القابلة للإصابة بالهالوك ثم حراثتها فى التربة قبل أن يتكون

جيل جديد من البذور، إلا أن فاعلية هذه الطريقة محدودة؛ لأن بذور الهالوك الموجودة فى التربة لا تنبت جميعها فى وقت واحد؛ حيث يتبقى دائمًا مخزون كبير منها ساكنًا فى التربة.

٥- زراعة الأصناف المقاومة التى تتوفر فى كل من: عباد الشمس، والفول البلدى (صنف جيزة ٤٠٢)، كما تتوفر اختلافات فى مستوى المقاومة للهالوك فى الأنواع البرية من الطماطم، ولكن هذه الطريقة لا يعول عليها — إلى الآن — فى محاصيل الخضر بصورة عامة.

٦- نزع نباتات الهالوك يدويًا، ولكن هذه الطريقة مكلفة، وغير اقتصادية، وغير فعالة، كما أنها تؤدى على انتزاع العائل مع نبات الهالوك.

٧- غمر الأرض الموبوءة بالهالوك بالماء؛ وهى طريقة تحتاج إلى كميات كبيرة من الماء، ربما لا تكون متوفرة. وتفيد زراعة الأرز فى مكافحة الهالوك؛ نظرًا لبقاء حقول الأرز مغمورة بالماء لفترة طويلة.

٨- اتباع الطرق الزراعية المناسبة للتخفيف من حدة الإصابة؛ مثل: العناية بالتسميد لتشجيع النمو، وتخفيف الأثر الضار للهالوك، والتبكير أو التأخير فى الزراعة؛ لتجنب الفترات المناسبة لإنبات بذور الهالوك.

٩- المعاملة بمبيدات الحشائش:

تستعمل مبيدات الحشائش على نبات الهالوك بعد اتصاله بالعائل. مع توجيه المعاملة إما نحو العائل قبل بزوغ الهالوك من التربة؛ وإما نحو الهالوك بعد ظهوره. وتستعمل فى الحالة الأولى مبيدات خاصة بتركيزات معينة لا تؤثر على العائل؛ ولكنها تنتقل منه إلى أجزاء الهالوك الموجودة تحت سطح التربة؛ لتؤثر فيه.

ويستعمل فى مكافحة الهالوك — فى حقول الفول والبسلة — مبيد الجلايفوسيت glyphosate (مثل الروند أب Round Up)، وهو N-(Phosphonomethyl) glycine؛ حيث تعامل به الحقول مرتين إلى ثلاث مرات بتركيزات منخفضة.

تجرى المعاملة بالجلايفوسيت برش النباتات مباشرة بالمبيد بعد الزراعة بنحو أسبوعين إلى أربعة أسابيع. تؤدى هذه المعاملة إلى موت نباتات الهالوك — وهى فى بداية مراحل تطفلها — دون أن تؤثر على محصول الفول.

ويجب أن تقلع عينات من نبات الفول أولاً للتأكد من بداية إرسال الفول لمصاته – قبل أن يظهر على سطح التربة – حتى يمكن إجراء الرش فى الوقت المناسب.

وقد وجد أن مبيد الجلايفوسيت يقتل أو يضعف نمو نباتات الهالوك المتطفلة على الفول بصورة اختيارية؛ حيث لا يكون للمبيد أية تأثيرات ضارة على الفول. وتبين أن المبيد ينتقل من أوراق العائل إلى نموات الهالوك؛ حيث يزداد تركيزه فيها عما يكون عليه تركيزه فى أى جزء آخر من العائل، بما فى ذلك الميرستيم القمى. ويزداد تراكم المبيد فى نموات الهالوك خلال ٣–٧ أيام من معاملة أوراق العائل، ويتنافس الطفيل مع العائل على الجلايفوسيت مثلما يتنافس معه على الغذاء المجهز.

ويستعمل الجلايفوسيت فى حقول الفول بمعدل ٦٠–١٢٠ جم للهكتار (٢٥–٥٠ جم للفدان).

هذا .. إلا أن الطماطم التى تعامل بتركيز منخفض من الجلايفوسيت (٢١ جم للفدان) تظهر عليها أضرار المبيد، كما تظهر الأضرار – كذلك – على محاصيل خضر أخرى؛ مثل البسلة والجزر؛ الأمر الذى يحد من إمكانية استعمال المبيد فى مكافحة الهالوك فى هذه المحاصيل. ويتطلب الأمر التوصل إلى سلالات من هذه المحاصيل أكثر تحملاً للجلايفوسيت.

وقد تبين – لدى اختبار ١٥٢٢ صنفًا وسلالة من الطماطم – وجود سلالات على مستوى متوسط من القدرة على تحمل المبيد.

كما أكتُشف أيضًا وجود جين يجعل البكتيريا *Salmonella typhimurium* تتحمل الجلايفوسيت، وأمكن نقل هذا الجين – بطرق الهندسة الوراثية – إلى كل من الطماطم والتبغ ومحاصيل أخرى (عن Foy & Jain ١٩٨٦).

١٠– تحفيز بذور الهالوك على الإنبات فى غياب العائل المناسب؛ حيث تموت البادرة إن لم تجد جذور العائل بجوارها، ويعرف ذلك باسم الإنبات الانتحارى Suicidal Germination.

وقد وجد أن مادة سترايجول Strigol المستخلصة من جذور القطن شديدة الفاعلية فى تحفيز بذور الهالوك والسترايجا على الإنبات. وأعقب ذلك الاكتشاف تخليق عديد من المركبات الكيميائية الشبيهة بالسترايجول؛ مثل المركبين GR7، و GR24، اللذين يظهر تأثيرهما على مختلف أنواع الهالوك فى جدول (١٤-٣).

وجدير بالذكر أن المركب لا يتأثر بقلوية التربة.

وتجدر الإشارة إلى أن غاز الإثيلين ذا التأثير القوى على تحفيز إنبات بذور العدار ليس له تأثير يذكر على إنبات بذور الهالوك.

جدول (١٤-٣): تأثير شبيهات السترايجول GR7، و GR24 على إنبات بذور أربعة أنواع من الهالوك (عن Foy & Jain ١٩٨٦).

المعاملة	التركيز (جزء فى المليون)	الإنبات (٪) فى:			
		O. aegyptiaca	*O. ramosa*	*O. crenata*	*O. cernua*
المقارنة		٨,٠	٦,٦	صفر	صفر
GR7	٠,١٠	١٧,٧	١٩,٨	١,٠	صفر
GR7	١,٠٠	٢١,٣	٢٩,٦	٤,٦	صفر
GR7	١٠,٠٠	٢٢,٠	٢١,٩	١٧,١	صفر
GR24	٠,٠١	١٠,٨	٣١,٢	٠,٧	صفر
GR24	٠,١٠	٢٠,٥	٣٢,٨	٦,٠	صفر
GR24	١,٠٠	٢١,٠	٢٥,٣	١٦,٤	صفر
SEM	—	١,٥	٣,٣	١,٤	—

١١- المكافحة الحيوية باستعمال فطريات أو حشرات تصيب نباتات الهالوك دون أن تؤثر على العائل؛ مثل الفطرين: *Sclerotium orobanche*، و *Fusarium orobanche*، والحشرتين: *Agrotis* sp.، و *Phytozoma orobanchia*. وتنتشر الذبابة الأخيرة فى منطقة الشرق الأدنى (عن Cubero ١٩٨٣، و Parker & Wilson ١٩٨٦).

الحامول

الوضع التقسيمي، والأنواع والعوائل

ينتمي الحامول Dodder إلى عائلة Cuscutaceae، والجنس *Cuscuta*، ويعرف منه نحو ١٧٠ نوعًا؛ من أهمها ما يلي:

C. reflexa	*C. monogyna*
C. chinensis	*C. campestris*
C. pedicellata	*C. planiflora*
C. epithymum	*C. palaestina*
	C. epilinum

تنتشر جميع هذه الأنواع في مصر، ويعد النوع *C. campestris* أكثرها خطورة وانتشارًا على مستوى العالم (عن Parker & Wilson ١٩٨٦).

وقد تعرف Al-Menoufi & Hassan (١٩٧٦) على خمسة أنواع من الحامول تنتشر في مصر، وتتطفل على ٢٤ نوعًا نباتيًّا تنتمي إلى تسع فصائل مختلفة. وقد تواجد نوع واحد من تلك الأنواع صيفًا؛ وهو *C. pedicellata*، أما باقي الأنواع فإنها وجدت منتشرة خلال فصل الشتاء، وهي:

C. chinensis	*C. hyaline* var. *nubiana*
C. epilinum	*C. planiflora*

ومن أنواع الحامول الأخرى الهامة على مستوى العالم كلٌ من:

C. racemosa	*C. indecora*
	C. californica

ومن أهم المحاصيل الزراعية التي يتطفل عليها الحامول كلٌ من: الخبيزة، والذرة، والبرسيم بأنواعه، والزمير، والكتان، وحشيشة برمودا، والرجلة، والبصل، وبنجر السكر، والطماطم، والقاوون، والأسبرجس، والموالح، وعديد من الحشائش (وخاصة العليق)، ولكنه نادرًا ما يصيب النجيليات.

الوصف النباتي والتطفل

يعد الحامول من النباتات الزهرية المتطفلة التى تكون سيقانًا خيطية رفيعة صفراء إلى برتقالية اللون، تكون ملتفة حول عائلها وعلى اتصال وثيق به من خلال ممصات دقيقة.

يحتوى نبات الحامول على تركيزات منخفضة من كل من كلوروفيل أ، وكلوروفيل ب، وبنفس النسبة التى يوجدان عليها فى النباتات العادية غير المتطفلة. وعلى خلاف الاعتقاد الشائع، فقد تأكد حدوث عملية البناء الضوئى فى عدد من أنواع الحامول. ولكن نظرًا لأن معدل العملية يكون منخفضًا؛ فإن نبات الحامول يظل معتمدًا على عائله لإكمال دورة حياته.

قد يغطى نبات الحامول الواحد مساحة تزيد على المتر المربع من الأرض، ويحمل النبات عديدًا من الأزهار الصغيرة التى تنتج عدة آلاف من البذور الصغيرة الصلدة التى تعد وسيلته الوحيدة للتكاثر.

وتنتقل وتنتشر بذور الحامول بالوسائل التالية:

١- بالماء.

٢- مع البذور المحصولية الملوثة.

٣- مع الأسمدة الحيوانية.

٤- بواسطة الآلات الزراعية.

كما أن نبات الحامول يمكنه أن يستعيد نموه إذا لامست أجزاء مقطوعة منه عائلاً مناسبًا.

وبينما تنبت بعض بذور الحامول فى نفس الموسم الذى تُنتج فيه، فإن غالبيتها تبقى ساكنة فى التربة لسنوات عديدة قد تصل إلى ١٠ سنوات.

تنبت بذور الحامول بعدما تمر بمرحلة السكون، التى يمكن إنهاؤها — معمليًّا — بالمعاملة بحامض الكبريتيك. وقد ذُكِرَ أن البذور يمكنها الإنبات وهى على عمق ١٠ سنتيمترات، ولكن الجذير لا يمكنه النمو لأكثر من سنتيمتر واحد.

تعتمد البادرة الصغيرة النابتة – فى بداية حياتها – على الغذاء المخزن فى البذرة، ولكنها تموت بعد فترة إن لم تتصل بيولوجيًا بعائل مناسب لها؛ لعدم قدرتها على تمثيل الغذاء اللازم لبقائها. ويمكن للبادرة أن تبقى ساكنة – دون اتصال بيولوجى بعائلها – لمدة تصل إلى ٤–٥ أسابيع.

ويتم الاتصال البيولوجى بين نبات الحامول وعائله – عادة – فى غضون ٢–٦ أيام من إنبات بذوره.

تمتد ساق بادرة الحامول – بمجرد إنباتها – فى دائرة واسعة نسبيًا فى كل الاتجاهات إلى أن تلامس أى شئ؛ حيث تبدأ – على الفور – الالتفاف حوله فى عكس اتجاه عقرب الساعة. فإذا كان هذا الشئ عائلاً مناسبًا .. فإنها تبدأ فى تكوين ممصات haustoria على السطح الداخلى المواجه لساق العائل؛ مخترقة إياه، إلى أن تصل إلى النسيج الوعائى للعائل؛ حيث تبدأ فى الحصول على احتياجاتها من الماء والغذاء، ثم تفقد صلتها بالتربة سريعًا بعد ذلك؛ حيث تذوى ساق نبات الحامول وتموت أسفل موقع اتصالها بالعائل، كما يموت الجذير الذى يكون سميكًا وقصيرًا.

وإن لم تجد بادرة الحامول عائلاً مناسبًا لها، فإنها تفقد قدرتها عل التطفل خلال حوالى سبعة أيام، إلا إذا تمكنت من البقاء ساكنة، وأقصى مدة لذلك هى ٤–٥ أسابيع.

وبمجرد اتصال نبات الحامول بيولوجيًا بعائله فإنه ينمو بقوة؛ إذ إن الممصات التى يُرسل بهاإلى أنسجة العائل الوعائية ذات قدرة عالية على سحب الغذاء وتوجيهه إلى الطفيل.

ويحدث الضرر نتيجة لامتصاص نبات الحامول للغذاء المجهز من العائل. ولتكوينه شبكة كثيفة من النمو تحجب عنه الضوء (عن Ashton & Santana ١٩٧٦).

المكافحة المتكاملة

إن من أهم طرق مكافحة الحامول ما يلى:

١– استعمال بذور نظيفة خالية من بذور الحامول، وخاصة فى المحاصيل التى تتشابه بذورها مع بذور الحامول؛ مثل البرسيم، والبرسيم الحجازى.

٢- اتباع دورة زراعية تتضمن محاصيل مقاومة للحامول؛ مثل الحبوب الصغيرة، ولكن الدورة لا تفيد كثيرًا؛ نظرًا لطول فترة بقاء البذور ساكنة فى التربة، والتى تصل إلى ١٠ سنوات.

٣- نادرًا ما يفيد نزع نباتات الحامول من على العوائل المصابة به؛ نظرًا لقدرة أى جزء من الطفيل على استعادة نموه من جديد طالما كان متصلاً بالعائل بممص. ولكن يفيد قطع النباتات المصابة — من تحت سطح التربة — وجمعها فى أجوالة، ثم حرقها بعيدًا عن الحقل.

٤- تفيد الحراثة المبكرة فى التخلص من بادرات الحامول النابتة قبل أن تتصل بيولوجيًّا بعائلها.

٥- زراعة الأصناف المقاومة إن وجدت.

٦- عدم استعمال آلاتٍ زراعية فى حقول مصابة، ثم نقلها إلى حقول سليمة.

٧- لوحظ ارتفاع محتوى النباتات المقاومة للحامول فى عنصر الكالسيوم. وتبين أن الكالسيوم يثبط عمل الإنزيمات الضرورية لعملية اختراق ممصات الحامول للعائل. وتأييدًا لذلك .. وجد أن الرش المتكرر بأملاح الكالسيوم البسيطة يحمى النباتات القابلة للإصابة من الطفيل.

٨- استعمال مبيدات الحشائش:

نجحت مكافحة الحامول بعديد من مبيدات الحشائش؛ مثل (عن Ashton & Santana ١٩٧٦):

Amitrole	CEPC	Chloramiben	Chlorbufam
Chorpropham	2,4-D	Dazomet	DCPA
Dinoseb	Diphenamid	Diquat	Pronomide
Propham	Trifluralin	Propyzamide	

٩- المكافحة البيولوجية بالاستعانة بالسوسة *Simcronyx* spp. التى تتطفل على نباتات الحامول. ومن أنواعها المفيدة فى هذا المجال *S. noridus*، و *S. tartaricus*، و *S. jungermaniae* (عن Parker & Wilson ١٩٨٦).

العدار

الوضع التقسيمى، والأنواع، والعوائل

يعرف العدار أو السترايجا فى الإنجليزية باسم witchweed، وهو ينتمى إلى الجنس *Striga*، وعائلة حنك السبع Scrophulariaceae، التى تحتوى نباتاتها — ومنها العدار — على الكلوروفيل.

ينتشر العدار فى المناطق الاستوائية؛ لذا .. فإنه يعد قليل الأهمية فى منطقة الشرق الأوسط، ولكنه يعتبر من الآفات الخطيرة فى الدول العربية الاستوائية؛ مثل السودان والصومال.

ومن أهم أنواع العدار .*Striga* spp ما يلى:

S. asiatica	*S. angustifolia*
S. gesnerioides	*S. densiflora*
S. latericea	*S. hermonthica*

ويعد النوع *S. hermonthica* هو الوحيد الذى قد يُحدث بعض المشاكل الزراعية فى مصر.

تنتمى معظم عوائل العدار للعائلة النجيلية Graminae؛ مثل: السورجم، والأرز، والذرة، وقصب السكر، وبعض النجيليات الأخرى البرية.

كذلك يصاب التبغ، والطماطم، والقرعيات، واللوبيا (التى تصاب بالنوع *S. gesnerioides*)؛ وعباد الشمس، ومحاصيل أخرى، خاصة من العائلة العليقية Convolvulaceae، والعائلة السوسبية Euphorbiaceae.

الوصف المورفولوجى والتطفل

ينتج نبات العدار أزهارًا واضحة ذات ألوان زاهية، وهو يتشابه مع الهالوك — إلى حد كبير — فى تكاثره وتطفله.

بذور العدار صغيرة جدًا، لا يزيد طولها على ٠,٢٥ ملليمترا، وهى تلتصق —

بسهولة – ببذور المحاصيل المزروعة، وتحمل مع الرياح ومياه الرى لمسافات طويلة. وتحتفظ البذور بحيويتها فى التربة لمدة ٥–١٠ سنوات.

تنبت بذور العدار استجابة لمحفز يفرز من جذور أحد العوائل المناسبة المجاورة لها. وبعد أن يحدث الاتصال البيولوجى – تحت سطح التربة – بين العدار وعائله. فإن النبات يعتمد فى بقائه على التطفل الكامل على العائل، إلى أن يظهر فوق سطح التربة؛ حيث يمكنه تكوين جزء من احتياجاته الغذائية؛ نظرًا لاحتوائه على الكلوروفيل؛ ولذا .. فإن نبات العدار يوصف بأنه نصف متطفل Hemiparasitic.

هذا .. إلا أن كفاءة العدار فى البناء الضوئى لا تزيد على ٢٠٪ من كفاءة النبات العادى؛ ولذا .. يستمر النبات فى الحصول على جانب كبير من احتياجاته من الغذاء المجهز من عائله؛ الأمر الذى يؤثر كثيرًا فى نموه، إلى درجة نقص المحصول بنسبة ٢٥٪–٥٠٪.

المكافحة المتكاملة

إن من أهم وسائل مكافحة العدار ما يلى:

١– استعمال بذور غير ملوثة ببذور الطفيل فى الزراعة.

٢– عدم زراعة المحاصيل القابلة للإصابة بأنواع العدار المنتشرة فى منطقة الزراعة.

٣– اتباع دورة زراعية طويلة؛ بهدف خفض أعداد بذور العدار فى التربة.

٤– زراعة المحاصيل الصائدة trap crops التى تفرز جذورها مواد محفزة لإنبات بذور العدار دون أن تكون قابلة للإصابة بها؛ مثل القطن، وفول الصويا.

٥– زراعة محصول قابل للإصابة ثم قلبه فى التربة قبل أن ينتج الطفيل (العدار) محصولاً جديدًا من البذور.

٦– تقل أضرار العدار عند إعطاء المحصول كفايته من مياه الرى والتسميد الجيد. وخاصة الأسمدة الآزوتية، وكذلك عند زيادة كثافة الزراعة.

٧– العزيق الجيد مع استئصال نباتات العدار – التى تظهر – قبل أن تكون بذورًا، وتتطلب المكافحة الجيدة إجراء هذه العملية كل أسبوعين.

٨- استعمال مبيدات الحشائش، مثل الباراكوات فى النجيليات، و bromoxynil، و nametryne مع البقوليات، وكذلك مبيد Oxfluorfen.

٩- زراعة الأصناف المقاومة؛ وهى تتوفر فى كل من: السورجم، والذرة، واللوبيا.

١٠- استعمال غاز الإيثلين بمعدل ١-٢ كجم/هكتار لتحفيز "الإنبات الانتحارى" للبذور.

تحقن المادة الفعالة المنتجة للغاز على عمق ١٥-٣٠ سم فى خطوط تبعد بعضها عن بعض بمسافة متر واحد. تؤدى المعاملة إلى إنبات ٨٠٪-٩٠٪ من بذور العدار التى توجد فى التربة، وهى أفضل وأسهل طرق المكافحة. ويستخدم الإثيفون لهذا الغرض؛ لأنه ينتج عند تحلله غاز الإيثيلين.

١١- كذلك يفيد استخدام نظائر السترايجول strigol analogues المحضرة صناعيًّا - مثل GR7، و GR24 - فى تحفيز الإنبات الانتحارى لبذور العدار.

١٢- تفيد فى المكافحة الحيوية فراشة *Eulocastra argentisparsa*، وسوسة *Smicronyx* spp. (عن Parker & Wilson ١٩٨٦).

هذا .. وبينما تُصاب الحبوب الاستوائية بالنبات المتطفل *Striga hermonthica*، فإنه يمكن لبكتيريا من الجنس *Azospirillum* استعمار المحيط الجذرى لتلك الحبوب كذلك. وقد تبين أن كلاً الكائنين - الـ striga والـ *Azospirillum* - يتفاعلان أثناء استعمارهما لجذور الحبوب. وبالدراسة .. وجد أن سلالتين من *A. brasilense* - عزلتا من جذور المحيط الجذرى لسورجم أفريقى منعتا إنبات بذور الـ striga على الرغم من أنها نُبِّهت للإنبات فى وجود جذور السورجم. وتبين لدى اختبار إنبات بذور العدار، فى وجود خلايا الـ *Azospirillum* معلقة فى منبه للإنبات مُحضَّر صناعيًّا - هو GR24 - أن البكتيريا لم توقف إنبات بذور العدار، ولكنها أوقفت استطالة جذيره الذى ظهر بشكل غير طبيعى (Miché وآخرون ٢٠٠٠).

الفصل الخامس عشر

المكافحة المتكاملة لأمراض وآفات الزراعات المحمية

إن الغالبية العظمى من الوسائل المتنوعة للمكافحة المتكاملة التى أسلفنا الإشارة إليها فى القسمين الأول والثانى من هذا الكتاب هى – كذلك – صالحة للتطبيق فى الزراعات المحمية. ونخص بالذكر فى هذا الفصل وسائل المكافحة التى تطبق – فقط – فى الزراعات المحمية بما لها – أى لتلك الزراعات – من خصوصية فى طرق الإنتاج.

استعراض لوسائل المكافحة المتكاملة فى الزراعات المحمية

إجراءات عامة

تتضمن المكافحة المتكاملة للآفات فى الزراعات المحمية الإجراءات التالية:

١– برنامج للمراقبة وتتبع الإصابة Monitoring or Scouting Program .. يتضمن:

أ– فحص نباتات فردية.

ب– استعمال الكروت اللاصقة الصفراء أو الزرقاء أو الوردية القاتمة اللون.

جـ– زراعة النباتات الدالة indicator plants.

٢– التعرف على الآفة ومراحل حياتها.

٣– تسجيل النباتات للتعرف على الاتجاهات وتوجيه برنامج المكافحة المتكاملة.

٤– استخدام أساليب الاستبعاد لمنع دخول الآفة إلى مكان الإنتاج؛ فتستخدم – مثلاً – شباك السيران لمنع دخول المنّ والذباب الأبيض والتربس من خلال الأبواب وفتحات التهوية.

٥– اتباع الممارسات الزراعية لأجل منع المشاكل، مثل إجراء اختبارات التربة واتباع أساليب النظافة العامة.

٦- اللجوء إلى المكافحة البيولوجية باستعمال كائنات حية من شأنها خفض تواجد الآفة المستهدفة.

٧- استعمال منظمات النمو الحشرية والمبيدات الحشرية التى تتعارض مع تطور النمو الحشرى الطبيعى أو مع عملية الانسلاخ.

٨- المكافحة الكيميائية:

أ- الاختيار المناسب للمبيدات.

ب- التوقيت المناسب للمعاملة بالمبيدات.

جـ- اختيار الطريقة المناسبة للمعاملة بالمبيدات.

٩- اتباع الأساليب التى تساعد على زيادة فرصة نجاح برنامج المكافحة المتكاملة، مثل:

أ- تغطية كل السطوح غير المزروعة (وكذلك المزروعة فى حالة المزارع المائية) بالخرسانة أو بالبلاستيك الأسود.

ب- عدم دخول الأفراد إلا للضرورة القصوى.

جـ- بسترة بيئة الزراعة.

د- غلق الأبواب دائمًا (Integrated Pest Management for Greenhouse Crops — أترا Attra — الإنترنت — ٢٠٠٧).

١٠- تعقيم أو بسترة التربة التشميس:

أسلفنا شرح هذا الموضوع بالتفصيل فى الفصل الثانى، وكمثال تطبيقى على الزراعات المحمية، وجد أن تعقيم أو بسترة التربة بالتشميس solarization فى البيوت البلاستيكية أعطى — فى إيطاليا — مكافحة جيدة لكل من *Verticillium dahliae*، و *Pyrenochaeta lycopersici*، و *Meloidogyne* spp. (Cartia وآخرون ١٩٩١ — FAO Production and Protection Bulletin 109 — الإنترنت).

إجراءات محددة التوقيت أو الأهداف

إن من أهم ما تجب مراعاته بشأن مختلف جوانب المكافحة المتكاملة فى الزراعات المحمية، ما يلى:

أولاً: قبل بدء موسم الزراعة

١- العمل على توفير مدة شهر كامل قبل الزراعة يكون خاليًا من أى زراعات أو أى نمو للحشائش.

٢- تطهير كافة الأسطح.

٣- التخلص من بيئات الزراعة التى سبق استعمالها أو تعقيمها.

٤- تطهير شبكة الرى.

ثانيًا: عند إنتاج الشتلات

١- استعمال تقاوٍ سبقت معاملتها بالماء الساخن.

٢- استعمال بيئةً زراعة جديدة أو بيئة عُقِّمت بالبخار فى إنتاج الشتلات.

٣- زراعة الأصناف المقاومة للأمراض ما أمكن ذلك.

٤- إنتاج الشتلات فى صوبة منفصلة عن صوبات إنتاج المحصول.

ثالثًا: عند إنتاج المحصول

١- الاحتفاظ بسجل يومى لكل عمليات الخدمة الزراعية ودرجات الحرارة الدنيا والعظمى وتواريخ مختلف مراحل النمو.

٢- اختبار مياه الرى لمدى تواجد الكربونات والعناصر التى يمكن أن تتعارض مع بقاء الـ pH مناسبًا لأجل ذوبان الأملاح السمادية.

٣- قياس pH الماء قبل إضافة الأسمدة للتأكد من إمكان ذوبانه، وكذلك قياس pH المحلول السمادى المستعمل، وذلك بصفة دورية.

٤- إجراء تحليل شهرى للنموات الخضرية للتأكد من سلامة برنامج التسميد.

٥- تعديل برنامج التسميد تبعًا لنتائج تحليل النموات الخضرية.

٦- استعمال جهاز لقياس درجة التوصيل الكهربائى لمتابعة تركيز المحلول المغذى.

رابعًا: مكافحة الآفات بصورة عامة

١- عدم زراعة أكثر من محصول واحد فى الصوبة الواحدة.

٢- عدم السماح بنمو أى حشائش فى الصوبة.

٣- مراقبة الإصابات المرضية والحشرية أسبوعيًا.

٤- المحافظة على سجلات لمراقبة الإصابات وكذلك لعمليات الرش لأجل المكافحة.

٥- المحافظة على وجود مساحة خالية من النمو النباتى حول الصوبة.

خامسًا: مكافحة الأمراض

١- خفض الكثافة النباتية لأجل توفير التهوية الكافية حول النباتات.

٢- توفير تهوية جيدة لخفض تكثف الماء وخفض الرطوبة النسبية.

٣- إزالة جميع الأوراق التى تتواجد أسفل العناقيد الثمرية العاقدة والتخلص منها خارج الصوبة. تقطع الأوراق من المكان الذى يحدث فيه الانفصال الطبيعى عند شيخوختها.

٤- إزالة أى أوراق أو ثمار مصابة بالأمراض والتخلص منها خارج الصوبة.

٥- عدم السماح بالتدخين لأى فرد يمكن أن يلمس النباتات أو هياكل الصوبة.

٦- قيام أى فرد يلامس النباتات بغسيل يديه، مع تطهير الأدوات قبل دخولها الصوبة.

٧- لا تتم المعاملة بالمبيدات إلاّ عند بداية ظهور المرض.

٨- التربية الرأسية بهدف سرعة جفاف النموات الخضرية وخفض الرطوبة النسبية حولها. وعلى سبيل المثال — أفادت — تربية الأصناف الطويلة من الفاصوليا رأسيًّا — حتى مع زيادة كثافة الزراعة — فى خفض شدة الإصابة بالفطر *Sclerotinia sclerotiorum* مسبب مرض العفن الأبيض (Saindon وآخرون ١٩٩٥).

٩- خفض الرطوبة النسبية فى البيوت المحمية إلى أدنى مستوى ممكن بمراعاة ما يلى:

أ- تغطية سطح التربة بشريحة بلاستيكية بيضاء.

ب- عدم بلّ النموات الخضرية أثناء الرى.

جـ- تجنب تراكم الماء على سطح التربة.

د- إدخال هواء جديد باستمرار فى الصوبة عندما تكون مراوح الشفط فى حالة توقف.

هـ- الاهتمام التام بالتهوية الجيدة للصوبة.

سادسًا: مكافحة الحشرات

١- وضع شباك (سِران) على جميع الفتحات.

٢- مراقبة أعداد الحشرات باستعمال كروت صفراء لاصقة مع تسجيل الأعداد أسبوعيًا وتغيير الكروت كلما تطلب الأمر ذلك.

٣- إطلاق الأعداء الطبيعية المناسبة بالمعدلات وعلى الفترات الموصى بها مع بداية ظهور أولى علامات الآفة المطلوب مكافحتها.

٤- لا تُستعمل المبيدات الحشرية إلا ضد الآفات التى لا تتوفر لها أعداء طبيعية (عن Elements of IPM for greenhouse tomatoes in NY state — الإنترنت — ٢٠٠٨).

ولقد أمكن على سبيل المثال حماية الطماطم من الإصابة بفيرس ذبول الطماطم المتبقع الذى ينقله التربس *Frankiniella occidentalis* بزراعتها فى بيوت مغطاة بشبك ١٤ × ١٠ خيط/سم (Diez وآخرون ١٩٩٩).

مثال .. مكافحة الفطر بوتريتس مسبب مرض العفن الرمادى

إن من أهم وسائل المكافحة المتكاملة للفطر *Botrytis cinerea* المسبب لمرض العفن الرمادى فى الزراعات المحمية للخضر، ما يلى:

١- مراعاة إجراءات النظافة فى البيوت المحمية، فيتم تنظيفها جيدًا بين الزراعات، مع التخلص من كافة المخلفات النباتية، بما فى ذلك الأوراق الميتة والأجزاء المقلمة.

٢- تجنب تجريح النباتات قدر المستطاع لأن الإصابة تبدأ غالبًا من الجروح؛ ولذا .. يجب عدم إزالة النموات أو تقليم النباتات بأكثر مما يكون ضروريًا، كما يتعين عدم السماح للأوراق بملامسة بيئات الزراعة، ويجب التخلص من الأزهار المتبقية الصلاحية بأسرع ما يمكن.

٣- المحافظة على بقاء النموات الخضرية جافة.

٤- تهوية البيت المحمى جيدًا لأجل خفض الرطوبة النسبية ولمنع الندى من السقوط على النباتات ليلاً.

٥- تجنب الرى بالرش، وكذلك تجنب زيادة الرى عما ينبغي.

٦- عدم زيادة كثافة الزراعة عما ينبغي؛ لأجل لتحسين التهوية بين النباتات.

٧- عدم بقاء نباتات المشاتل فى الصوبة لأكثر مما ينبغى.

التحكم فى الطول الموجى للأشعة النافذة من الأغطية البلاستيكية

يمكن عن طريق الغطاء البلاستيكى للبيوت المحمية التحكم فى أطوال الموجات الضوئية التى يُسمح بنفاذها؛ الأمر الذى يمكن أن يؤثر فى نمو وتجرثم عديد من الفطريات المرضة للنباتات. فمن المعروف منذ ستينيات القرن العشرين أن الأشعة فوق البنفسجية — وخاصة فى المدى الموجى من ٢٨٠ إلى ٣٢٠ نانو ميتر (أى الـ UV-B) — تؤثر فى تجريم كثير من الأجناس الفطرية، مثل: *Alternaria*، و *Botrytis*، و *Cercospora*، و *Cercosporella*، و *Fusarium*، و *Helminthosporium*، و *Stemphylium*، و *Trichoderma*. وربما يكون للضوء الأزرق تأثير حاث للتجرثم كما فى *Trichoderma viride*، و *Verticillium agaricinum*، أو تأثير مثبط كما يحدث مع *Alternaria cichorii*، و *Alternaria tomato*، و *Helminthosporium oryzae*. وقد وجد أن تجرثم *Botrytis cinerea* يُستحث بواسطة الأشعة البنفسجية UV-B، ويُثَّبط بواسطة الضوء الأزرق. كما وجد تأثير عكسى لكل من الضوء الأزرق والأشعة فوق البنفسجية على كل من إنتاج الحوامل الكونيدية وعلى المراحل الأخيرة للتجرثم فى الفطريات. كذلك وجد أن التعريض للضوء الأزرق يثبط إنتاج الجراثيم الاسبورانجية فى أوراق الخيار المصابة بالفطر *Pseudoperonospora cubensis*.

كذلك أظهرت الدراسات أن تعريض مزارع الفطر *B. cinereae* لومضات قصيرة من الضوء الأحمر يثبط التجرثم، بينما يؤدى تعريضها لومضات الأشعة تحت الحمراء إلى تحفيز التجرثم. كذلك فإن التجرثم الذى يحدث فى الظلام يمكن تثبيطه بالتعريض بعد ذلك للضوء الأزرق. وهذا التثبيط يبدأ بتحول صبغة ميكوكروم mycochrome من صورة M_B التى التى تستحث التجرثم إلى صورة M_{Nuv} التى تثبطه (Raviv & Reuveni ١٩٩٨).

ويُستعمل فى معظم البيوت البلاستيكية أغطية بلاستيكية تحتوى على مواد تعترض الأشعة فوق البنفسجية بهدف زيادة طول فترة حياة الغطاء، الذى يكون منفذًا للأشعة النشطة فى البناء الضوئى. تنقسم تلك الأغطية إلى فئتين تعترض إحداهما معظم الموجات الضوئية التى تكون بطول ١٦٠ نانوميترًا أو أقصر من ذلك (360 nm>)، بينما تعترض الثانية الموجات الضوئية التى تكون بطول ٣٨٠ نانوميترًا أو أقل (380 nm>).

وقد أوضحت عديد من الدراسات أن الأغطية الـ 380 nm> تقلل من تجرثم الفطر *Botrytis cinerea*، وتقلل من أعداد الآفات الحشرية، ومن الإصابات الفيروسية التى تنقلها الحشرات إلى النباتات (عن Costa وآخرين ٢٠٠١).

كما وجد أن الأغطية الـ 380 nm> تتميز — كذلك — بأنها تزيد من دوام حيوية جراثيم الفطر *Beauveria bassiana* المستعمل فى المكافحة الحيوية، وذلك مقارنة بحالة الجراثيم عند استعمال الأغطية الـ 360 nm < (Costa وآخرون ٢٠٠١).

إن بداية التفكير فى مكافحة الإصابات المرضية فى البيوت المحمية بالتحكم فى الطول الموجى للضوء النافذ من خلال الغطاء كانت فى عام ١٩٧٣، وذلك بالنسبة لفطر *Botrytis cinerea*. ولقد ذكر أن استعمال غطاء vinyl film ماص للأشعة فوق البنفسجية (الأقصر من ٣٩٠ نانوميترًا) توفر مكافحة جزئية للعفن الرمادى فى كل من الخيار والطماطم مقارنة باستعمال غطاء غير ماص للأشعة فوق البنفسجية. كذلك أوضحت الدراسات أن الأغطية الماصة للأشعة فوق البنفسجية تثبط تكوين الأجسام الثمرية (الأبوثيسيا apothecia) فى الفطر *Sclerotinia sclerotiorum* فى الخيار والباذنجان، كما تثبط تجرثم *Alternaria dauci* مسبب لفحة الأوراق فى الجزر، و *A. porri* مسبب لفحة أوراق ألترناريا فى بصل ويلز، و *A. solani* مسبب الندوة المبكرة فى الطماطم، و *Botrytis squamosa* مسبب لفحة الأوراق فى الشيف الصينى (عن Raviv & Reuveni ١٩٩٨).

ومن أمثلة الدراسات التى أجريت على التحكم فى الطول الموجى للأشعة النافذة من خلال أغطية البيوت المحمية؛ لأجل مكافحة الأمراض، ما يلى:

- أدى استعمال غشاء بلاستيكى يمتص الأشعة فوق البنفسجية فى الزراعات

المحمية للسبانخ إلى إحداث نقص كبير فى إصابة النباتات بالذبول الفيوزارى وفطريات الذبول الطرى *Pythium* spp.، و *Fusarium* spp.، و *Rhizoctonia* spp، وذلك مقارنة بالوضع فى نباتات الكنترول (Naito & Honda ١٩٩٤).

● انخفضت أعداد الذبابة البيضاء المتواجدة على النباتات فى البيوت المحمية البلاستيكية المغطاة بأغشية الفينيل vinyl films المتصة للأشعة فوق البنفسجية عما فى البيوت المحمية المغطاة بأغشية الفينيل العادية (Shimada ١٩٩٤).

● أدى استعمال أغطية بلاستيكية مانعة للأشعة فوق البنفسجية فى البيوت المحمية إلى إحداث خفض كبير فى أعداد الحشرات الرئيسية: صانعات الأنفاق *Liriomyza trifolii*، وتربس الأزهار *Frankliniella occidentalis*، والذبابة البيضاء *Bemisia tabaci*، وكذلك خفض معدلات الإصابات الفيروسية التى تنقلها تلك الحشرات (Antignus وآخرون ١٩٩٦).

● درس تأثير ستة أنواع من شرائح البوليثيلين توجد بها صبغة زرقاء أو لا توجد، وأقصى امتصاص لها فى منطقة الضوء الأصفر (٥٨٠ نانوميتر) فى توافقات مع ثلاثة مستويات من الامتصاص للأشعة فوق البنفسجية UV-B (من ٢٨٠ إلى ٣٢٠ نانوميتر) .. دُرس تأثيرها على إنتاج الفطر *Pseudoperonospora cubensis* للجراثيم الاسبورانجية واستعماره لنباتات الخيار فى غرف النمو، وكذلك على وبائية الإصابة بالبياض الزغبى فى البيوت المحمية. أحدثت إضافة الصبغة الزرقاء للأغشية تثبيطًا جوهريًا فى إنتاج الفطر للجراثيم الاسبورانجية وفى قدرته على استعمار نباتات الخيار، بينما أسرع ترشيح المدى الموجى للأشعة فوق البنفسجية من استعمار الفطر للنباتات دون أن يكون لذلك تأثير على إنتاج الجراثيم. وقد تأخر ظهور أول أعراض المرض على النباتات تحت الأغطية البلاستيكية الزرقاء، ومن ثم انخفضت حدة الإصابة جوهريًا بالمرض (Reuveni & Raviv ١٩٩٧).

● يستدل من دراسات Naito وآخرين (١٩٩٧) أن تعريض نباتات السبانخ للأشعة فوق البنفسجية UV-B تحفز إصابتها بالذبول الفيوزارى الذى يسببه الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *spinaciae*.

● بينما كان تعريض أوراق الفول الرومى للضوء الأحمر فعالاً فى الحد من إصابتها بالفطر *Botrytis cinerea*، فإن تلك المعاملة لم يكن لها تأثير على الفطر فى البيئات الصناعية، مما يدل على أن معاملة الأوراق تسببت فى تراكم مركب أو مركبات مضادة للفطريات كانت هى المسئولة عن مقاومتها للفطر *B. cinerea*. وقد تبين — كذلك — أن تراكم تلك المركبات يزداد — فى الضوء الأحمر — مع العدوى بالفطر (Islam وآخرون ١٩٩٨).

● أدى استعمال غطاء فينيل ماص للأشعة فوق البنفسجية UV-absorbing vinyl film إلى تثبيط تجرثم كلاً من *Botrytis cinerea*، و *Sclerotinia sclerotiorum*. و *Alternaria solani* وخفض شدة الإصابة بها على الطماطم بنسبة ٦٠٪–٧٠٪ تحت ظروف الحقل (Shim وآخرون ١٩٩٨).

● أدى استعمال شرائح من البولى إثيلين قادرة على منع نفاذ الأشعة ذات الطول الموجى حتى ٤٠٥ نانوميتر (near ultra violet light) إلى إحداث خفض شديد فى إنتاج الجراثيم الكونيدية للفطر *Botrytis cinerea*، مع خفض مماثل فى نسبة الإصابة بالعفن الرمادى فى كل من الفاصوليا والفراولة (West وآخرون ٢٠٠٠).

● أدت معاملة بادرات الطماطم والفلفل والقرع العسلى بالضوء الأحمر إلى خفض معدل إصابتها بالذبول الطرى الذى يسببه الفطر *Phytophthora* sp. بنسبة وصلت إلى ٧٩٪، حيث أصيبت ٢١٪ إلى ٣٦٪ من البادرات التى عُوملت بالضوء الأحمر، مقارنة بإصابة ٧٨٪ إلى ١٠٠٪ من نباتات الكنترول (Islam وآخرون ٢٠٠٢).

● أدى استعمال الأغشية البلاستيكية المتصة للأشعة فوق البنفسجية إلى الحد من أعداد المنّ *Macrosiphum euphorbiae*، و *Acyrthosiphum lactucae* وتأخير استعماره لزراعات الخس المحمية، مع تقليل أعداد النباتات التى أصيبت بالفيروسات التى ينقلها المنّ (أساسًا الـ poty viruses)، كما أحدث استعمال تلك الأغشية خفضًا مماثلاً فى أعداد التربس *Frankliniella occidentalis* وانتشار فيرس ذبول الطماطم المتبقع، هذا إلاّ أن الغطاء لم يكن مؤثرًا على أعداد ذبابة البيت المحمية البيضاء (Diaz وآخرون ٢٠٠٦).

تعديل هواء البيوت المحمية

أدى غياب الأكسجين فى الصوبات لمدة ساعة واحدة إلى قتل ١٠٠٪ من حشرات الذبابة البيضاء البالغة، ولكن لزم ٨ ساعات من غياب الأكسجين للتخلص من ٨٠٪ من بيض وحوريات الحشرة. وعلى الرغم من ذلك، فإن الصوبات التى تزود بثانى أكسيد الكربون لمدة ثمانى ساعات يوميًّا يقل فيها تواجد الحشرة، ربما بسبب زيادة تركيز المواد الكربوهيدراتية فى أنسجة تلك النباتات؛ بما يعنى حصول الذبابة على قدر أقل – نسبيًّا – من النيتروجين فى غذائها.

معاملات خاصة لزيادة فاعلية الرش بالمبيدات

أفاد استخدام جهاز لتوليد الضباب يعمل بالموجات فوق الصوتية ultrasonic fogging device فى الصوبات فى توصيل المبيدات إلى السطح السفلى للأوراق بدرجة مؤثرة جدًّا، حيث وجدت أفراد ميتة من الذبابة عند المعاملة بالاميداكلوبرد imidacloprid بهذه الطريقة بمعدل منخفض جدًّا وصل إلى ٧,٠٧ جم من المادة الفعالة للهكتار (Simmons & Jackson ١٩٩٩).

التحكم فى مستويات العناصر بالمحاليل المغذية

بدراسة تأثير التباين فى مستوى مختلف العناصر فى المحاليل المغذية بمزارع الصوف الصخرى على شدة الإصابة بالفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* مسبب مرض عفن التاج والجذر الفيوزارى، وجد ما يلى:

١- ازدادت شدة الإصابة بالمرض جوهريًّا بزيادة تركيز أى من النيتروجين الأمونيومى (مثل سلفات النشادر)، وفوسفات أحادى الصوديوم، والحديد المخلبى، وسلفات المنجنيز، وسلفات الزنك.

٢- انخفضت شدة الإصابة بزيادة تركيز أى من النيتروجين النتراتى (مثل نترات الكالسيوم) وكبريتات النحاس.

٣- قللت المستويات المنخفضة من نترات النشادر (عند ٣٩ إلى ٧٩ جزء فى المليون

من النيتروجين/لتر) من شدة الإصابة، إلاّ أن المستويات العالية منها (أكثر من ١٠٠ جزء فى المليون نيتروجين/لتر) أدت إلى زيادة الإصابة بالمرض.

٤- لم تتأثر شدة الإصابة بتركيز سلفات المغنيسيوم فى المحلول المغذى (Duffy & Défago ١٩٩٩).

وتؤدى زيادة النيتروجين فى الطماطم بزيادة تركيز العنصر فى المحلول المغذى إلى:

١- زيادة القابلية للإصابة بكل من البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* مسبب مرض النقط البكتيرية، والفطر *Oidium lycopersicum* مسبب مرض البياض الدقيقى.

٢- خفض القابلية للإصابة بالفطر *Botrytis cinerea*.

هذا بينما لم يكن لتركيز النيتروجين بالنبات تأثيرًا على قابليته للإصابة بالفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* مسبب مرض الذبول الفيوزارى (Hoffland وآخرون ٢٠٠٠).

كما تزداد قدرة نباتات الطماطم على مقاومة البكتيريا *Ralstonia solacearum* مسبب مرض الذبول البكيترى — فى كل من الأصناف المقاومة والقابلة للإصابة — بزيادة تركيز الكالسيوم فى المحاليل المغذية، علمًا بأن الأصناف ذات المقاومة العالية تتميز بالقدرة العالية على امتصاص الكالسيوم (Yamazaki ٢٠٠١).

لكن ليس من الممكن الحد من إصابة الخيار فى الزراعات المحمية بالبياض الزغبى عن طريق خفض تركيز النيتروجين فى المحاليل المغذية والتحكم فى محتوى الأوراق من العنصر (Tanaka وآخرون ٢٠٠٠).

تعقيم أو تطهير المحاليل المغذية فى المزارع المائية

إن المحافظة على البيئة من التلوث والجوانب الاقتصادية يقتضيان إعادة استخدام المحاليل المغذية فى المزارع اللاأرضية؛ مما يتطلب تطهير تلك المحاليل من مسببات الأمراض لكى لا تحدث إصابات مرضية خطيرة.

وأكثر طرق تطهير المحاليل المغذية شيوعًا هي ما يلي:

١- التسخين لمدة ٣٠ ثانية على ٩٥°م.

٢- المعاملة بالأوزون ozonation بمعدل ١٠ مجم أوزون/م٣ لمدة ساعة.

٣- التعريض للأشعة فوق البنفسجية حتى ٢٥٠ ميجامول/سم٢.

٤- المعاملة بفوق أكسيد الأيدروجين بمعدل ١٠٠ جم/م٣ مع منشط لمدة خمس دقائق.

هذا مع العلم بأن الطرق الثلاث الأخيرة تؤثر بالأكسدة، بما قد يؤثر على كل من الحديد والمنجنيز ويقلل من تيسرهما للنباتات (عن Acher وآخرين ١٩٩٧).

٥- ترشيح المحاليل المغذية فى المزارع المائية المغلقة:

دُرس تأثير الفلترة البطيئة بالرمل slow filtration على إمكانية التخلص من المسببات المرضية الفطرية والفيروسية فى المحاليل المغذية المستعملة فى المزارع المائية المغلقة للطماطم، حيث تم تلويث المحلول المغذى بكل من الفطرين *Phytopthora cinnamomi*، و *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* وفيرس موزايك الطماطم، ووجد أنه فى خلال الأيام الثلاثة الأولى من تلويث المحول المغذى بالمسببات المرضية أن فطر الذبول الفيوزارى قد تم التخلص منه بالفلاتر بنسبة ٩٩,٩٪ عندما كان انسياب المحلول خلالها بمعدل ١٠٠ لتر/م٢، بينما أمكن التخلص من فيرس موزايك الطماطم خلال نفس الفترة بنسبة ٩٩٪، أما *P. cinnamomi* فقد مرَّ من خلال كل الفلاتر (Runia وآخرون ١٩٩٧).

وقد أفاد الترشيح البطئ فى الفلاتر الرملية فى تخليص المحاليل المغذية فى المزارع المائية المغلقة من مسببات بعض الأمراض، وتبين فى إحدى الدراسات أن كفاءة التخلص من مسببات الأمراض بلغت ٨٦٪. وقد أمكن باتباع تلك الطريقة إبطاء انتشار الإصابة بالذبول البكتيرى فى الطماطم بدرجة كبيرة (Mine وآخرون ٢٠٠٢).

كما نجح استعمال المرشحات المانعة للتسرب وذات الثقوب الدقيقة (leak-proof, micropore filters) فى التخلص من الجراثيم السابحة لفطر البثيم — مسبب مرض عفن بثيم الجذرى — من المحلول المغذى الدوار فى المزارع المائية للطماطم. استخدم لأجل ذلك نوعان من الفلاتر، هما:

أ- Membrane Module Filter ذات ثقوب سعة ٠,٠١ ميكروميتر يمكنه التخلص نهائيًا من الجراثيم السابحة والبكتيريا.

ب- Sediment Filter Cartridge ذات ثقوب سعة ٠,٥ ميكروميتر يمكنه التخلص من الجراثيم السابحة دون البكتيريا.

ويمكن لكلا النوعين من الفلاتر تحمل ضغط يصل إلى ٢,٥ كجم/سم^{٢} وتسمح بانسياب المحلول المغذى بمعدل ٥٠ لتر/دقيقة.

تعد هذه الطريقة لتعقيم المحاليل المغذية أقل تكلفة من الطرق الأخرى، مثل المعاملة بالأشعة فوق البنفسجية، والتعقيم الحرارى، والتعريض للأوزون، والمعاملة بالموجات فوق الصوتية (Tu & Harwood ٢٠٠٥).

إضافة المواد الناشرة إلى المحاليل المغذية فى المزارع المائية

تعتمد عديد من المسببات المرضية على الجراثيم السابحة zoospores فى إحداث الإصابة، حيث يعرف حوالى ١٤٣ نوعًا من تلك المسببات المرضية المكونة للجراثيم السابحة، والتى تتباين كثيرًا فى وضعها التقسيمى (جدول ١٥-١).

تشترك تلك المسببات المرضية فى صفة مشتركة وهى إنتاجها لجراثيم غير جنسية وحيدة الخلية متحركة ذات هدب واحدة أو هدبين تعرف باسم الجراثيم السابحة، وهى تنتج إما داخل أوعية خاص بها vesicles، وإما فى أكياس اسبورانجية sporangia. وبعد انطلاقها من أوعيتها — وفى وجود الرطوبة الحرة — فإنها تسبح لفترة قصيرة تختلف من دقائق إلى ساعات إلى أن تتمكن من خلال آلية كيميائية من رصد عائلها المناسب. وتعد الجراثيم السابحة هى المسئول الأول عن انتشار المسبب المرضى المنتج لها والتعرف على عائله المناسب.

تحاط الجراثيم السابحة بغشاء بلازمى، ولا يوجد بها جدار خلوى.

ولقد استخدمت المواد الناشرة المحضرة صناعيًا synthetic biosurfactants — التى تقلل من التوتر السطحى — فى مكافحة الأمراض التى تنتشر بواسطة الجراثيم

السابحة، وكان أول استعمال لهذا الغرض فى مكافحة فيرس العرق الكبير فى الخس الذى ينتقل للخس بواسطة الجراثيم السابحة للفطر *Olpidium brassicae*؛ الأمر الذى اكتشف دون قصد حين وجد أن بعض المبيدات — مثل benzimidazole — تكافح الفطر، ثم تبين أن المواد الخاملة inert material التى توجد فى هذا المبيد — وفى عدد كبير غيره — تعد مواد ناشرة، وأنها هى التى تؤثر فى الجراثيم السابحة للفطر. وقد استخدم بعد ذلك مادة ناشرة غير أيونية هى أجرال ٩٠ Agral 90 (إنتاج ICI) فى مكافحة المرض فى المزارع المائية التجارية للخس، ثم ثبتت فاعليته فى مكافحة فيرس بقع الكنتالوب المتحللة melon necrotic spot virus فى الخيار، والذى ينقله نفس الفطر.

جدول (١٥-١): المسببات المرضية الهامة المنتجة للجراثيم السابحة (عن Stanghellini & Miller ١٩٩٧).

الصف	الرتبة	العائلة	الجنس
Oomycetes	Peronosporales	Albuginaceae	*Albugo*
		Pythiaceae	*Peronophythora*
			Phytophthora
			Pythium
		Peronosporaceae	*Plasmopara*
			Pseudoperonospora
			Sclerophthora
			Sclerospora
	Saprolegniales	Saprolegniaceae	*Aphanomyces*
Chytridiomycetes	Chytridales	Synchytriaceae	*Synchytrium*
	Spizellomycetales	Olpidiaceae	*Olpidium*
	Blastocladiales	Physodermataceae	*Physoderma*
Plasmodiophoromycetes	Plasmodiophorales	Plasmodiophoraceae	*Plasmodiophora*
			Polymyxa
			Spongospora

وقد أعقب ذلك استخدام المواد الناشرة المصنعة فى مكافحة بعض المسببات المرضية لأمراض الجذور، مثل: *Pythium aphanidermatum*، و *Phytophthora parasitica*، و *Phytophthora capsici*.

يؤدى استعمال تلك المواد الناشرة إلى فقدان الغشاء البلازمى للجراثيم السابحة لنفاذيتها؛ ومن ثم فقدها لقدرتها على الحركة، ثم موتها (Stanghellini & Miller ١٩٩٧).

وقد أمكن مكافحة الفطر *Olpidium brassicae* الناقل لمرض تحلل الخس الحلقى lettuce ring necrosis disease فى مزارع الغشاء المغذى للخس، وذلك بمعاملة المحلول المغذى بكل من الـ thiophenate-methyl والزنك مجتمعين، علمًا بأن المعاملة بأى منهما منفردًا لم تُعط نفس المستوى من المكافحة (Vanachter ١٩٩٥).

كما أمكن مكافحة الفطر *Phytophthora nicotianae* فى المزارع اللاأرضية للطماطم باستعمال المواد الناشرة الـ non-ionic alcohol alkoxylate (مثل MBA1301، و MBA1303). أدت تلك المركبات إلى موت الجراثيم السابحة كلية وخفض إنتاج الأكياس الجرثومية الاسبورنجية لدى استعمالها بتركيز ٥ ميكروجرام/مل. إلا أنها لم تكن مؤثرة على النمو الميسيليومى حتى عندما استعملت بتركيز ١٠٠ ميكروجرام/مل (De Jonghe وآخرون ٢٠٠٧).

إضافة حامض السلسيلك إلى المحاليل المغذية

أدت إضافة حامض السلسيلك بتركيز ٢٠٠ ميكرومول إلى المحلول المغذى فى مزارع الطماطم المائية إلى إحداث زيادة جوهرية فى محتوى النباتات الطبيعى من الحامض، حيث ازداد محتواه الحر بمقدار ٦٥ مرة فى خلال ٤٨ ساعة، وكان ذلك مصاحبًا بزيادة فى نشاط الجين PR-1B المسئول عن إنتاج بروتين متعلق بالمقاومة، وذلك فى خلال ٢٤ ساعة فقط من بدء المعاملة بحامض السلسيلك. وقد أدى حقن تلك النباتات بكونيديات الفطر *Alternaria solani* إلى ظهور المرض بدرجة أقل بنسبة ٧٧٪ مما فى نباتات الكنترول، وذلك من خلال تنشيط مقاومة جهازية فى النبات (Spletzer & Enyedi ١٩٩٩).

تجميع الجراثيم الفطرية المتواجدة فى المحاليل المغذية

تمكن العلماء اليابانيين من تطوير جهاز يقوم بتوليد الأوزون وتجميع الجراثيم الفطرية، وباستعماله فى المزارع المائية للطماطم فإن النباتات لم تصب بأى من البكتيريا *Ralstonia solanacearum* أو الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *Radicis-lycoperscici* اللذان يصيبا النبات عن طريق الجذور، أو الفطر المسبب للبياض الدقيقى *Oidium neolycopersici* الذى يصيب النبات عن طريق النموات الهوائية (Shimizu وآخرون ٢٠٠٧).

معاملة بيئات الزراعة بالشيتوسان

أحدثت معاملة بيئات زراعة الطماطم بالشيتوسان chitosan بمعدل ١٢,٥-٣٧,٥ مجم/لتر نقصًا جوهريًّا فى الإصابة بالفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* وما يحدثه من أضرار بالنمو الجذرى وموت للنباتات، وكان التركيز الأعلى هو الأفضل فى تقليل الإصابة حيث انخفض معها معدل موت النباتات بأكثر من ٩٠٪، وكان محصول الثمار معادلاً للمحصول فى حالة غياب الفطر المرض. وقد أثر الشيتوسان من خلال زيادته مقاومة النباتات لاستعمار الفطر لها، حيث ظل الفطر فى النباتات المعاملة بالشيتوسان محصورًا فى طبقتى البشرة والقشرة، وظهر بالهيفات الفطرية اضطرابات خلوية على صورة زيادة فى الفجوات وغياب كامل للبروتوبلازم، كما تكون بالعائل حواجز تركيبية عند أماكن محاولة اختراق الفطر له، كذلك حدث فيه انسداد للأوعية الخشبية بتكوين تيلوزات tylosis، وفقاقيع، ومواد الـ osmophilic (Lafontaine & Benhamou ١٩٩٦).

المكافحة الحيوية فى الزراعات المحمية

الاستخدام المباشر للكائنات المؤثرة فى المكافحة

تتمتع الزراعات المحمية بميزة وجودها داخل حيز مُحَدَّد، وبذا .. يمكن إطلاق المتطفلات والمفترشات بالأعداد المناسبة وفى المواعيد التى تحقق أعلى كفاءة من المكافحة الحيوية للحشرات والأكاروسات، مع ضمان استمرار تواجدها داخل الصوبات.

ومن أهم آفات الصوبات التى تكافح بهذه الطريقة، العنكبوت الأحمر، والذبابة البيضاء، والمنّ، وناخرات الأوراق، كما يلى:

١- تكافح العناكب الحمراء فى المناطق الباردة — التى تدخل فيها الحشرة فى طور بيات شتوى داخل الصوبات — بالمفترس *Phytoseiulus*.

٢- تكافح ذبابة البيوت المحمية البيضاء *Trialeuroides vaporariorum* – داخل الصوبات — منذ أكثر من ٦٠ عامًا بالطفيل *Encarsia*.

٣- استخدم فى مكافحة منّ الخوخ الأخضر، ونوع المنّ *Macrosiphum euphorbiae* على نباتات الباذنجان مجموعة من الأعداء الطبيعية للمنّ تشكلت من الطفيل *Aphelinus asychis*، ونوعى أسد المنّ *Chrysoperla perla*، و *C. formosa*.

٤- استُخْدِم فى مكافحة ناخرة الأوراق *Liriomyza trifolii* على الطماطم حشرتان نافعتان؛ هما: *Dactirsa sibirica*، ونوع آخر يتبع جنس *Diglyphus*.

٥- أمكن تحسين المكافحة الحيوية للعنكبوت الأحمر *Tetranychus urticae* فى زراعات الخيار المحمية بالاستعانة بالعدو الطبيعى المتخصص *Stethorus punctillum* مع العدو غير المتخصص *Neoseiulus californicus* (Rott & Ponsonby ٢٠٠٠).

كذلك استخدمت بعض أنواع الفطريات المتطفلة على الحشرات — منفردة أو مع الحشرات المتطفلة والمفترسة — فى مكافحة آفات البيوت المحمية، ومن أمثلة ذلك ما يلى:

١- استخدمت الجراثيم الكونيدية للفطر *Aschersonia* — الذى يتطفل على الذباب الأبيض — فى مكافحة ذبابة البيوت المحمية البيضاء.

٢- استعمل مستحضر تجارى من الفطر *Verticillium lecanii* — يعرف باسم ميكوتال Mycotal فى مكافحة ذبابة البيوت المحمية البيضاء على الخيار.

٣- يتطفل فطران، هما: *Cephalosporium aphidicola*، و *Entomophthora coronata* على حشرة منّ الخوخ الأخضر. ولكن مستحضرات النوع الثانى ليست مأمونة الاستعمال بالنسبة للإنسان.

٤- يستعمل المستحضر التجارى فرتال Vertale للفطر *Verticillium lecanii* مع الطفيل *Aphidius matricariae* فى مكافحة غالبية أنواع المنّ (عن توفيق ١٩٩٣).

كذلك يستفاد من المكافحة الحيوية فى مكافحة عديد من الأمـراض كما يتبين من الأمثلة التالية:

• أدت معاملة الطماطم بالفطر *Penicillium oxalicum* — فى كل من الزراعات المائية والزراعات العادية فى التربة — إلى الحد من إصابتها بفطر الذبول الفيوزارى *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*، علمًا بأن فطر البنيسلم استعمر المحيط الجذرى للطماطم ولم يؤثر على تواجد فطر الذبول فيه (DeCal وآخرون ١٩٩٧).

• تبين لدى اختبار عدد من الكائنات الدقيقة المستخدمة فى المكافحة الحيوية للمسببات المرضية التى تعيش فى التربة أن أكثرها قدرة على الاحتفاظ بحيويتها لفترات طويلة فى مخاليط الزراعة التى تُعدُّ للاستعمال (ولكنها قد تخزن لفترات متباينة قبل استعمالها) كلا من البكتيريا *Bacillus subtilis*، والميكوريزا *Trichoderma harzianum* (Nemec ١٩٩٧).

• وجد تحت ظروف الصوبات أن كفاءة كلا من *T. harzianum* T39، و *A. pullulans* فى مكافحة فطر البوترتيس كانت أعلى من كل من المبيد الفطرى ذو التأثير الواسع المدى tolylfluanid والمبيد الفطرى المتخصص iprodione، إلاّ أن المكافحة كانت أفضل بالنسبة لإصابات السوق عنها بالنسبة لإصابات الثمار (Dik & Elad ١٩٩٩).

• أفادت المعاملة بالسلالة BACT-O من *Bacillus subtilis* فى الحد من إصابة الخس بالفطر *Pythium aphanidermatum* فى المزارع المائية (Utkhede وآخرون ٢٠٠٢).

• تعطى المعاملة بالكمبوست المضاف إليه الفطر *Pythium oligandrum* مكافحة جيدة جدًا للفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* فى مزارع الطماطم فى البيت موس، وتحدث المقاومة بتكوين تراكيب فيزيائية فى المواقع المحتملة للإصابة تعيق حدوث الإصابة وتقدم الفطر (Pharand وآخرون ٢٠٠٢).

• أظهر عديد من أنواع الكائنات الدقيقة قدرة عالية على الحد من إصابة الطماطم فى الزراعات المائية بعفن الجذور الذى يسببه الفطر *Pythium ultimum*، وكان منها ما يلى:

Penicillium brevicompactum

Penicillum solitum strain 1.

Pseudomonas fluorescens subgroup G strain 2.

Pseudomonas marginalis

Pseudomonas putida subgroup B strain 1.

Pseudomonas syringae strain 1.

Trichoderma atroviride

(Gravel وآخرون ٢٠٠٧).

● أدت معاملة نباتات الطماطم النامية فى مزارع الصوف الصخرى بسلالات من الفطر المحفز للنمو النباتى *Fusarium equiseti* إلى توفير حماية جيدة للنباتات ضد الإصابة بالفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* مسبب مرض عفن التاج والجذر الفيوزارى. وقد أظهرت الدراسة أن مستخلصات ساق النباتات المعاملة بالفطر *F. equiseti* – سواء أكانت قد حقنت بفطر عفن التاج والجذر الفيوزارى أم لم تحقق – كانت مثبطة لإنبات الجراثيم الميكروكونيدية للفطر المرض ولاستطالة أنابيبها الجرثومية فى البيئات الصناعية (Horinouchi وآخرون ٢٠٠٧).

إعادة استعمال الصوف الصخرى مع تدوير وإعادة استعمال المحاليل المغذية

أوضحت دراسات Postma وآخرون (٢٠٠٠) أن الصوف الصخرى المستعمل والذى سبق أن استخدم فى إنتاج خيار لم تحدث فيه إصابة بالفطر *Pythium aphanidermatum* مسبب مرض عفن الجذر والتاج .. هذا الصوف الصخرى إذا ما استعمل فى إنتاج محصول جديد من الخيار دونما تعقيم فإن الخيار النامى عليه لا يصاب بالمرض. هذا فى الوقت الذى قد تتعرض فيه نباتات الخيار للإصابة بالفطر إذا ما تم تعقيم هذا الصوف الصخرى قبل استعماله فى الزراعة، أو إذا ما استعمل صوف صخرى جديد.وقد تبين احتواء الصوف الصخرى المستعمل المثبط للفطر المرض على مجموعات بكتيرية وفطرية معينة لا تتواجد فى الصوف الصخرى الجديد.

وقد أوضحت الدراسات أن بكتيريا المحيط الجذرى التى توجد فى مزارع الصوف الصخرى قد تلعب دورًا فاعلاً فى حماية الخيار من الإصابة بعفن جذور بثيم، ولذا .. فإن اتباع النظام المغلق closed system الذى يستمر فيه ضخ وإعادة استعمال المحلول المغذى أفضل من الـ open system (Tu وآخرون ١٩٩٩).

المعاملة بمستخلص الكومبوست

أدت المعاملة بمستخلصات كمبوست كلا من سبلة الماشية وسبلة الخيل إلى مكافحة الفطر *Pseudoperonospora cubensis* — مسبب مرض البياض الزغبى فى الخيار — بشكل جيد تحت ظروف الزراعات المحمية (Ma وآخرون ١٩٩٦).

المكافحة المتكاملة لأمراض وآفات ما بعد الحصاد

كما فى أمراض وآفات الزراعات المحمية، فإن أمراض وآفات ما بعد الحصاد تحتاج مكافحتها الاهتمام بمختلف وسائل المكافحة التى أسلفنا بيانها فى فصول هذا الكتاب، إلاّ أن الخصوصية التى تتميز بها ظروف ما بعد الحصاد تؤهلها إلى معاملات أخرى خاصة بها للمكافحة المتكاملة لا تتوفر لغيرها؛ الأمر الذى نتناوله فى هذا الفصل.

المعاملات الحرارية

يمكن أن تؤدى المعاملات الحرارية للخضر والفواكه الطازجة بعد الحصاد إلى حمايتها من الإصابة بالأعفان أثناء التخزين. وتُجرى هذه المعاملة — التى تعرف أيضًا باسم المعالجة curing — إما بالغمر فى الماء الساخن، وإما بالتعريض للبخار الساخن أو للحرارة الجافة، وإما بالشطف فى الماء الساخن مع التفريش brushing.

تؤثر المعاملة الحرارية بصورة مباشرة بإبطاء استطالة أنابيب الإنبات الجرثومية، أو بوقف نشاط الجراثيم النباتية أو قتلها؛ الأمر الذى يقلل من فرصة الإصابة بالأعفان.

كذلك قد تؤدى المعاملة الحرارية فعلها من خلال الاستجابات الفسيولوجية لأنسجة الثمار لها. وتتضمّن تلك الاستجابات تكوين العائل لمركبات مضادة للفطريات تثبط نموها فى الأنسجة الثمرية، وكذلك تحفيز التئام الجروح. كما قد تستحث المعاملة الحرارية تكوين بروتينات الـ PR مثل الشيتينيز chitinase، والـ β-1,3-glucanase، كما أنها تثبت وضع الأغشية الخلوية، وقد تثبط تمثيل الإنزيمات المحللة للجدر الخلوية (الـ polygalacturonases)، وتؤخر معدل تحلل المواد المضادة للفطريات والتى تكون سابقة التكوين فى الثمار ذاتها.

ومما تحدثه المعاملة الحرارية بالثمار كذلك أنها قد تؤدى إلى اختفاء اللوائح الشمعية wax platelets التى توجد طبيعيًا فى الثمار غير المعاملة؛ مما يجعل سطح الثمرة متجانسًا نسبيًا؛ بما يعنى امتلاء شقوق أديم الثمار والجروح المتناهية الصغر والثغور كليًّا أو جزئيًّا بالشمع، مع حصر الجراثيم التى أنبتت مبكرًا داخل الشمع المنصهر ووقف نشاطها.

تعرف المعاملة الحرارية للثمار باسم معالجة curing لأنها تعمل على علاج الجروح والأضرار التى تحدث بالثمار أثناء التداول، كما تُعرف — كذلك — باسم "تهيئة" conditioning لأنها تمكن المنتج من تحمل الظروف القاسية مثل الحرارة الأقل من الحرارة المثلى أثناء النقل والتخزين.

وتقسم المعاملات الحرارية إلى فئتين:

١- المعاملة لفترة قصيرة لا تزيد عن الساعة — فى الماء على حرارة ٤٥-٦٠°م.

٢- المعاملة لفترة طويلة تستمر من ١٢ ساعة إلى أربعة أيام فى الهواء على حرارة ٣٨-٤٦°م، وتلك هى التى يطلق عليها — غالبًا — اسم معاملة المعالجة.

ونظرًا للتكلفة العالية لمعاملة المعالجة — والتى تستلزم تعريض كل المنتج للحرارة العالية لمدة قد تصل إلى ثلاثة أيام — فإن المعاملة الأكثر شيوعًا هى الغمر فى الماء على حرارة ٥٠-٥٣°م لمدة ٢-٣ دقائق. ولقد أثبتت هذه المعاملة فاعليتها مع عديد من الثمار.

وعند اقتران المعاملة الحرارية مع المبيدات — مثل الـ imazalil والـ thiabendazole — فإن ذلك يزيد من فاعلية المبيدات ويقلل من الجرعة التى تلزم استخدامها منها؛ بسبب زيادة المعاملة الحرارية لسرعة نفاذية المبيد من خلال أديم الثمار (Schirra وآخرون ٢٠٠٠).

وقد أدى غمس ثمار الفلفل الحلو الحمراء المصابة طبيعيًا بأى من الفطر *Botrytis cinerea* مسبب مرض العفن الرمادى، أو الفطر *Alternaria solani* مسبب مرض العفن الأسود، أو الثمار المحقونة (المعدية) بأى من الفطرين .. أدى غمسها فى الماء

على حرارة ٥٠°م لمدة ثلاث دقائق إلى وقف نمو الفطر *B. cinerea* كلية، وإلى تقليل العفن الذى سببه الفطر *A. solani* جوهريًا. هذا .. وقد لوحظت أضرار للحرارة العالية على الثمار عندما كان غمسها فى الماء على حرارة ٥٠°م لمدة خمس دقائق، أو على حرارة ٥٥°م لمدة دقيقة واحدة، أو لمدة تزيد عن ذلك، وكانت الأضرار على صورة تشققات ونقر ظهرت على سطح الثمرة (Fallik وآخرون ١٩٩٦).

ومن المعروف أن المعاملة الحرارية تثبط نضج الثمار الكلايمكتيرية مثل الطماطم، وإن كانت تُسرع نضج ثمار المانجو.

وفى ثمار الأفوكادو يتواجد المركب diene المضاد للفطريات فى الجدار الثمرى الخارجى .. هذا المركب ينخفض تركيزه إلى أن يختفى مع نضج الثمرة. وفى الوقت ذاته يمكن أن يتواجد بالثمار إصابات كامنة (غير نشطة) بالفطر *Colletotrichum gloeosporioides*. وتؤدى المعاملة الحرارية الجافة إلى تأخير نضج ثمار الأفوكادو، بينما يؤدى غمس الثمار فى حرارة ٥٥°م لمدة ١٠ دقائق إلى إسراع ظهور أعراض المرض وكذلك إسراع تحلل المركب diene.

وتجدر الإشارة إلى أن تأثير المعاملة الحرارية يكون بتثبيط نشاط الفطر (fungistatic effect) وليس بقتله (fungicidal effect) (Schirra وآخرون ٢٠٠٠).

المعاملة بالماء المكلور

يستخدم محلول الكلورين فى تطهير الأسطح والعبوات والثمار.

يحضر المحلول – بتركيز ٧٠ جزء فى المليون كلورين – بإضافة لتر من محلول يحتوى ٥.٢٥٪ هيبوكلوريت الصوديوم sodium hypochlorite (مثل الكلوراكس المستخدم فى الأغراض المنزلية) لكل ١٠٠٠ لتر من الماء. يجب ألا ينخفض أبدًا تركيز الكلورين فى ماء الغسيل عن ٢٥ جزء فى المليون، ولذا .. يتعين تجديد المحلول على فترات متقاربة أو – على الأقل – يوميًا.

المعاملة بأملاح البيكربونات

أفادت المعاملة بأى من بيكربونات البوتاسيوم، أو بيكربونات الصوديوم فى مكافحة الفطر *Alternaria alternata* فى ثمار الفلفل بعد الحصاد (Ziv وآخرون ١٩٩٤).

المعاملة بكلوريد الكالسيوم

اقُترح معاملة ثمار الخيار بالكالسيوم قبل تعرضها للإصابة بالفطر *Botrytis cinerae* لأن المعاملة يمكن أن تزيد من مقدار الكالسيوم المرتبط بالجدر الخلوية؛ وبذا تقل فرصة هضم الكالسيوم بواسطة إنزيمات الفطر البكتينوليتية pectinolytic enzymes (Chardonnet & Doneche ١٩٩٥).

كما أدى غمر ثمار الكنتالوب المجروحة صناعيًّا فى محلول كلوريد كالسيوم بتركيز ١١٪ Ca^{+2} إلى خفض إصابتها بالفطر *Myrothecium roridum* المسبب للعفن إلى نحو ٦٦٪ من شدة إصابة ثمار كنترول. ونظرًا لأن الكالسيوم لم يكن له تأثير مباشر على الفطر فى البيئات الصناعية؛ لذا .. يعتقد بأن العنصر يُحدث تأثيره بطريق غير مباشر، وذلك من خلال تأثيره على تطور الفطر الممرض فى النسيج الثمرى (De Lima وآخرون ١٩٩٨).

التبخير بحامض الخليك

أوضحت دراسات Sholberg & Gaunce (١٩٩٥) أن تبخير ثمار بعض المحاصيل (الطماطم، والتفاح، والعنب، والبرتقال، والكيوى) بعد الحصاد بحامض الخليك Acetic Acid بتركيزات تراوحت بين ٢,٠ و ٤,٠ مجم/لتر من الهواء (بعد حقنها بفطريات متنوعة؛ هى: *Botrytis cinerea*، و *Penicillium expansum*، و *P. italicum*) منع تعفنها دون أن تحدث أية تأثيرات سلبية بها وقد أدت زيادة الرطوبة النسبية (من ١٧٪ إلى ٩٨٪) إلى زيادة فاعلية المعاملة عندما أجريت على أى من ٥°م أو ٢٠°م.

المعاملة بالمركبات العطرية والزيوت الأساسية

المعاملة بالمركبات العطرية الطبيعية التى تنتجها الثمار

يفيد تبخير ثمار الفراولة ببعض الغازات والمركبات العطرية القابلة للتطاير والتى تنتجها ثمار الفراولة بصورة طبيعية .. يفيد استعمالها فى تثبيط نمو الكائنات المسببة للأعفان، ولكن يتعين تحديد التركيز الذى يحقق الهدف دون التأثير على طعم الثمار أو نكهتها، ودون ترك أى متبقيات غير مرغوب فيها على المنتج الطازج. فمثلاً .. وجد أن المعاملة بغاز الأسيتالدهيد acetaldehyde بتركيز ١٥٠٠ جزء فى المليون لمدة ٤ ساعات أدى إلى خفض الإصابة بالعفن الرمادى بنسبته ٢٠٪ مع تحسين طعم الثمار ونكهتها كذلك. هذا .. إلا أن الأسيتالدهيد يمكن أن يقلل من حموضة الثمار ومحتواها من المواد الصلبة الذائبة، وإلى زيادة محتواها من الكحول الإثيلى، والإثيل أسيتيت ethyl acetate، والإثيل بيوتريت ethyl butyrate. كذلك يمكن للمركبين الطبيعيين اللذان تنتجهما ثمار الفراولة، وهما: benzylaldehyde، و 2-nonanone .. يمكنهما تثبيط نمو الفطر *B. cinerea* دون إحداث تأثير سلبى على طعم الثمار أو نكهتها (عن Perkins-Veazie & Collins ١٩٩٥).

كذلك أثبت المركب (E)-2-hexenal فاعلية فى مكافحة أعفان الثمار، وظهر – فى البيئات الصناعية – أن عملية إنبات جراثيم الفطر *B. cinerea* كانت أكثر حساسية للمركب عن عملية نمو الغزل الفطرى. وقد أدت التركيزات المنخفضة من المركب إلى تحفيز النمو الفطرى، وهو الأمر الذى حدث – كذلك – عند معاملة الثمار ذاتها؛ مما يعنى ضرورة زيادة تركيز المركب لكى يكون فعّالاً فى تثبيط أعفان الثمار بعد الحصاد (Fallik وآخرون ١٩٩٨).

كذلك أدت معاملة الفراولة بهذا المركب العطرى المتطاير (E)-2-hexenal إلى إحداث نقص جوهرى فى الإصابة بالعفن الرمادى عند إجراء المعاملة أثناء تخزين الثمار لمدة ٧ أيام على ٢ °م، ثم نقلها – بعد توقف المعاملة – إلى ٢٢ °م لمدة ٣ أيام، وذلك مقارنة بثمار معاملة الكنترول. وبالمقارنة فإن المعاملة بأى من المركبات العطرية (E)-2-hexenal diethyl acetal، أو benzaldehyde، أو methyl benzoate لم تكن مؤثرة (Ntirampemba وآخرون ١٩٩٨).

وعندما عرضت ثمار فراولة مصابة طبيعيًا بالفطر *B. cinerea* لأبخرة عديد من المركبات المتطايرة التى تتواجد طبيعيًا فى الثمار، وجد أن الكثير من تلك المركبات، مثل: benzaldehyde، و methyl benzoate، و methyl salicylate، و 2-nonanone، و 2-hexenal diethyl acetal، و hexanol، و (E)-2-hexen-1-ol تثبط نمو الفطر عند تركيزات منخفضة تقدر بالجزء فى المليون. كذلك كان لبعض المركبات تأثيرات سلبية على جودة الثمار. وبينما كانت بعض المركبات فعّالة بعد فترة قصيرة من المعاملة بها، لزم استمرار المعاملة على الدوام بمركبات أخرى لكى تكون فعّالة (Archnold وآخرون ١٩٩٧).

المعاملة بالمثيل جاسمونيت

تفيد معاملة ثمار الفراولة بالمثيل جاسمونيت methyl jasmonate فى مكافحة الأعفان. وهذا المركب رخيص نسبيًا ولا يلزم للمعاملة به سوى كميات بسيطة، فلا يحتاج الأمر لأكثر من ٢٥ مل (سم^{3}) منه لمعاملة حمولة شاحنة كاملة، وهو لا يترك أى أثر متبق.

تجرى المعاملة فى حرارة ٢٠°م باستعمال أبخرة المركب، ولهذا السبب فإنها ربما لا تكون مجدية مع محصول التصدير الذى يتعين تبريده أوليًا فى خلال ساعة واحدة من حصاده، بينما تتطلب المعاملة بالمركب ساعتين على الأقل.

وقد درس Perez وآخرون (١٩٩٧) تأثير المثيل جاسمونيت على نضج ثمار الفراولة المقطوفة وذلك بحصادها وهى خضراء غير مكتملة النمو، وزراعتها فى بيئة تحتوى على ٨٨ مللى مول سكروز فى إضاءة مقدارها ٣٠٠ ميكرومول لكل م^{2} فى الثانية، لمدة ١٦ ساعة يوميًا، مع حرارة مقدارها ٢٥°م نهارًا، و ١٥°م ليلاً، ورطوبة نسبية ٨٥٪، مع إضافة المثيل جاسمونيت إلى البيئة بتركيز ٥٠ ميكرومولاً. وقد وجدوا أن إضافة المثيل جاسمونيت أحدثت زيادة معنوية فى كل من معدل التنفس وإنتاج الإثيلين بكل من الثمار البيضاء والوردية. كما ازداد نمو الثمار المعاملة بالمثيل جاسمونيت بمقدار ٥٥٪، مقارنة بزيادة مقدارها ٣٣٪ فقط فى ثمار الكنترول. وأدت المعاملة كذلك إلى إحداث

تأثيرات معنوية فى تلوين الثمار، حيث حفزت تمثيل الأنثوسيانين فى خلال يومين من المعاملة، مع زيادتها لمعدل تحلل كلوروفيل أ، وكلوروفيل ب، وبدرجة أقل البيتاكاروتين والزانثوفيلات xanthophylls.

كما أدت معاملة ثمار الطماطم بأبخرة المثيل جاسمونيت methyl jasmonate إلى تثبيط إنتاج الجراثيم وإنباتها فى الفطر المسبب للأنثراكنوز *Colletotrichum coccodes* على الرغم من عدم تأثير تلك الأبخرة على إنبات جراثيم الفطر وتكوين مستعمراته فى البيئات الصناعية؛ بما يعنى أن المثيل جاسمونيت يؤثر على الفطر فى الثمار من خلال دور له فى التفاعلات بين الثمار والفطر المرض (Tzortzakis ٢٠٠٧).

المعاملة بالزيوت الأساسية

أوضحت عديد من الدراسات فاعلية بعض الزيوت الأساسية فى وقف نمو الفطر *Botrytis cinerea*. ومن بين الزيوت التى تأكد جدواها فى هذا الشأن كلاً من الزعتر الأحمر *Thymus zygis*، والفصوص البرعمية لـ *Eugenia caryophyllata*، وأوراق القرفة *Cinnamomum zeylanicum*. كذلك فإن الزيت الأساسى لكل من *Monarda citrodora*، و *Melaleuca alternifolia* تظهر نشاطًا مضادًا لمدى واسع من الفطريات التى تصيب الخضر والفاكهة بعد الحصاد.

ويبدو أن تأثير الزيوت لا يرجع إلى مركب واحد بعينه فى الزيت الأساسى، وإنما إلى تأثير تداؤبى synergistic لعدد من تلك المركبات، وهى التى تتواجد فى كل زيت — عادة — بالعشرات وربما بالمئات (Sydney Postharvest Laboratory Information Sheet — الإنترنت — ٢٠٠٧).

وقد أدى غمس ثمار الطماطم فى مستحلب زيت الزعتر thyme بتركيز ٥٪ أو زيت الـ oregano بتركيز ١٠٪ إلى خفض إصابتها أثناء التخزين بكل من الفطرين *Botrytis cinerea*، و *Alternaria arborescens* (Plotto وآخرون ٢٠٠٣).

كما أدت معاملة ثمار الطماطم بالمركب trans-cinnamaldehyde بتركيز ١٣ مللى مول (وهو مركب يتواجد طبيعيًا فى النباتات) إلى خفض أعداد البكتيريا والفطريات على

سطح الثمرة إلى العُشر عندما كـان غمـس الثمـار لـمدة ١٠ دقـائق، وإلى تـأخير ظهـور أى نموات فطرية لمدة أسبوع كامل عندما كان الغمس لمدة ٣٠ دقيقة مع حفظ الثمار بعد ذلك فى جو معدل على ١٨°م؛ علمًا بأن *Penicillium* sp. كان هو الفطـر السـائد علـى كـأس الثمار المخزنة (Smid وآخرون ١٩٩٦).

وفى الكمثرى .. أمكن مكافحة الفطر *Penicillium expansum* — مسبب مرض العفن الأزرق — فى الثمـار المخزنـة بالمعاملـة بـأبخرة بعـض المركبـات المتطـايرة ذات الأصـول النباتية، مثل:

carvacrol	trans-2-hexenal
citral	trans-cinnamaldehyde

وكانت أفضل المعاملات فى مكافحة الفطـر هـى التعـريض لأبخـرة trnas-2-hexanal بمعدل ١٢,٥ ميكروليتر/لتر على مدى ٢٤ ساعة تبدأ بعد ٢٤ سـاعة مـن الحقـن بـالفطر المرض (Neri وآخرون ٢٠٠٦).

هذا .. ويمكن أن تنتقل يرقانة القواقع slugs (*Deroceras reticulatum*) مع درنـات البطاطس من الحقول إلى المخازن إذا ما كان الموسم رطبًا وأُجرى الحصاد والتربـة رطبـة، حيث تنتقل اليرقانة مع الطين الذى قـد يكـون ملتصـقًا بالـدرنات؛ بمـا يعنـى اسـتمرار حدوث الأضـرار فـى المخـازن. وقـد وجـد أن معاملـة الـدرنات المخزنـة بمـانع التـبرعم المحتوى على الكارفون carvone (التحضير التجارى Talent) بمعدل ٥٠ مل من المركب التجارى لكل طن من الدرنات أدت إلى مكافحة اليرقانات فى خلال أيـام قليلـة (Ester & Trul ٢٠٠٠).

التعريض للأشعة فوق البنفسجية

أدى تعـريض درنـات البطـاطس للأشـعة فـوق البنفسـجية بجرعـة ١٢,٥ أو ١٥ كيلوجول/م٢ (kJ/m^2) إلى تثبيط إصـابتها بكـل مـن العفـن الجـاف الـذى يسـببه الفطـر *Fusarium solani*، والعفن الطرى الذى تسـببه البكتيريـا *Erwinia carotovora* بصـورة تامة، وذلك عندما كان تخزين الدرنات فـى حـرارة ٨°م لـدة ٣ شـهور، دون أى تـأثير

للمعاملة على التبرعم، أو على قوام الدرنات أو صلابتها أو لونها (Ranganna وآخرون ١٩٩٧).

كما أدت معاملة جذور البطاطا بالأشعة فوق البنفسجية UV-C بجرعة ٣,٦ كيلوجول/م٢ إلى الحد – بشدة – من إصابتها بالفطر *Fusarium solani* – المسبب لعفن الجذور الفيوزارى – أثناء التخزين، وكان ذلك مصاحبًا بزيادة فى نشاط الـ phenylalanine ammonia-lyase فى الجذور المعاملة (Stevens وآخرون ١٩٩٩).

كذلك أدى تعريض الأسبرجس للأشعة فوق البنفسجية UV-C بطول موجى ٢٥٤ نانوميتر بجرعة قدرها أكثر من ٠,٠١ جول/سم٢ إلى نقص جوهرى فى معدل إصابة المهاميز بالفطر *Botrytis cinerea* تحت ظروف العدوى الصناعية به (Marquenie وآخرون ٢٠٠٢).

المعاملة بالأوزون

أظهرت معاملة جذور الجزر – أثناء التخزين – بالأوزون بتركيز ٦٠ ميكروليتر/لتر نقصًا قدره ٥٠٪ فى النمو اليومى لكل من الفطرين *Botrytis cinerea*، و *Sclerotinia sclerotiorum*؛ مما يدل على أن للأوزون تأثير فطرى مثبط fungistatic (Liew & Prange ١٩٩٤).

كما أدى تعريض ثمار الطماطم – بعد الحصاد – للأوزون بتركيزات تراوحت بين ٠,٠٠٥، و ٥,٠ ميكرومول/مول إلى الحد من إصابتها بكل من الفطرين *Alternaria alternata* مسبب مرض البقع السوداء، و *Colletotrichum coccodes* مسبب مرض الأنثراكنوز، كما ازداد تأثير المعاملة بزيادة تركيز الأوزون المستعمل. إلاّ أن تركيز ٠.٢ ميكرومول/مول – وهو الحد الأقصى الحرج المسموح به فى دول السوق الأوروبية لكى لا تتأثر صحة الإنسان – كان مؤثرًا للغاية فى الحماية من إصابة الثمار بأى من الفطرين. هذا .. ولم تكن المعاملة بالأوزون مؤثرة على الفطر فى البيئات الصناعية؛ بما يدل على أن تأثير الأوزون فى النبات يرجع – ولو جزئيًا – إلى تغيرات يحدثها فى التفاعلات بين الثمار والمسببات المرضية (Tzortzakis وآخرون ٢٠٠٨).

التخزين فى الجو المتحكم فى مكوناته

يُستفاد من الجو المتحكم فى مكوناته – الذى ترتفع فيه كثيرًا نسبة ثنائى أكسيد الكربون وتنخفض فيه كثيرًا أيضًا نسبة الأكسجين – فى قتل الحشرات الحية التى قد تتواجد فى الخضر والفاكهة؛ الأمر الذى قد يمكن الاستفادة منه فى حالات الحجر الزراعى. هذا إلا لأن الحشرات تتباين كثيرًا فى الوقت الذى يلزم مروره للتخلص منها نهائيًّا تحت تلك الظروف. وطبيعى أن الخضر والفاكهة تتباين كذلك فى مدى تحملها لتلك الظروف، وفى الفوائد التى تعود عليها منها، والأضرار التى تسببها لها (Ke & Kader ١٩٩٢).

التخزين تحت ضغط منخفض

أدى تعريض ثمار الفراولة بعد الحصاد لضغط جوى منخفض لمدة ٤ ساعات إلى تقليل الإصابة بالبوترتيس *Botrytis cinerea* عندما كان الانخفاض حتى ٠,٢٥ ضغط جوى، وإلى تقليل الإصابة بالعفن الريزوبى *Rhizopus* rot عندما كان الانخفاض فى الضغط حتى ٠,٥ ضغط جوى (Romanazzi وآخرون ٢٠٠١).

المكافحة الحيوية

مكافحة الأمراض الفطرية بالبكتيريا

أمكن مكافحة الفطر *Botrytis cinerea* مسبب مرض العفن الرمادى بمعاملة ثمار الطماطم – بعد الحصاد – بالبكتيريا *Bacillus amyloliquefaciens* (Mari وآخرون ١٩٩٦).

وأعطت معاملة درنات البطاطس بالبكتيريا *Entrobacter cloacae* (السلالة S11:T:07) عند تخزينها نقصًا قدره ٢١٪ فى إصابتها بالعفن الجاف الفيوزارى، مقارنة بنقص قدره ١٤٪ فقط عندما عوملت الدرنات بالمبيد الفطرى thiabendazole (Schisler وآخرون ٢٠٠٠).

كما أدى رش درنات البطاطس – أثناء مرورها على السيور قبل تخزينها – بمعلق

للسلالة S11:T:07 من البكتيريا *Entrobacter cloacae* إلى إحداث مقاومة للفطر *Fusarium sambucinum* مسبب مرض العفن الجاف الفيوزارى بدرجة تزيد بمقدار ٥٠٪ عن تلك التى يحققها استعمال المبيد الوحيد للاستعمال مع البطاطس المخصصة للاستهلاك الآدمى، وهو thiabendazole (عن وزارة الزراعة الأمريكية — الإنترنت — ٢٠٠٧).

وكانت لمعاملة ثمار الطماطم بأى من عدد من الأنواع البكتيرية المتوسطة القدرة على تحمل الملوحة قدرة عالية على خفض الإصابة بالفطر *Botrytis cinerea* مسبب مرض العفن الرمادى. ومن بين الأنواع البكتيرية التى تم اختبارها وأعطت نتائج جيدة، ما يلى (Sadfi-Zouaoui وآخرون ٢٠٠٨):

Bacillus spp. (*subtilis* or *licheniformis*)

Planococcus rifietoensis

Halomonas subglaciescola

Halobacillus lutorglis

Marinococcus litoralis

Salinococcous roseus

Halovibrio variabilis

Halobacillus halophilus

Halobacillus trueperi

مكافحة الأمراض الفطرية بالخميرة

أدى رش نباتات الفراولة أثناء إزهارها بالخميرة *Cryptococcus albidus* (وهى التى كانت قد عُزلت — أصلاً — من ثمار فراولة ناضجة) إلى خفض معدل إصابة الثمار الناضجة بالفطر *Botrytis cinerea* — مسبب مرض العفن الرمادى بنسبة تراوحت بين ٢١٪، و ٣٣٪ (Helbig ٢٠٠٢).

كما أدت المعاملة المختلطة بكل من الخميرة *Candida utilis* والشيتوسان chitosan إلى مكافحة عفن ثمار الطماطم الذى يسببه الفطرين *Alternaria alternata*، و *Geotrichum candidum* (Neeta وآخرون ٢٠٠٦).

وأدت معاملة ثمار الطماطم بعد الحصاد بالخميرة *Pichia guilliermondii* إلى حمايتها من الإصابة بكل من الفطريات *Alternaria solani*، و *Rhizopus stolonifer*، و *Botrytis cinerea* دون التأثير على صفات جودة الثمار (Zhao وآخرون ٢٠٠٨).

وقد أظهرت الخميرة *P. guilliermondii* الحية (وليست مزارعها المقتولة بالأوتوكليف أو راشح مزارعها) قدرة على الحد من إصابة ثمار الطماطم بالفطر *Rhizopus nigricans* أثناء التخزين إذا ما عوملت الثمار بالخميرة أولاً. هذا ولا تنتج الخميرة مركبات مضادة للفطر، وإنما هى تُعد منافسًا قويًا له على كل من الغذاء والجروح التى ينفذ منها الفطر ليصيب الثمرة (Zhao وآخرون ٢٠٠٨).

هذا .. تؤدى الجروح – فى ثمار التفاح على سبيل المثال – إلى حث تكوين العناصر النشطة فى الأكسدة reactive oxygen species مثل فوق أكسيد الأيدروجين H_2O_2. وقد تبين أن الخمائر المستعملة فى مكافحة أمراض ما بعد الحصاد تقاوم تلك العناصر، وقد يكون ذلك هو الميكانيزم الذى تقوم عن طريقه بفعلها فى مكافحة بعض أمراض بعد الحصاد مثل البوتريتس (Castoria وآخرون ٢٠٠٣).

كما أدت المعاملة بالسيليكون فى صورة sodium metasilicate إلى زيادة كفاءة الخميرة *Cryptococcus laurentii* – بتركيز ١ × ١٠^{٧} خلية/ملليلتر – فى مكافحة الفطرين *Penicillium expansum*، و *Monilinia fructicola* بثمار الكريز الحلو على ٢٠°م، ويعتقد بأن مرد ذلك إلى أن معاملة السيليكون مع الخميرة تؤدى إلى زيادة أعداد الخميرة، بالإضافة إلى خاصية السمية المباشرة للسيليكون على المسببات المرضية، فضلاً عن إحداث السيليكون لزيادة معنوية فى نشاط كل من الـ phenylalamine ammonialyase، والـ polyphenol oxidase والـ peroxidase بثمار الكريز (Qin & Tian ٢٠٠٥).

مكافحة الأمراض الفطرية بالميكوريزا

أدى تلقيح درنات اليام الأبيض *Discorea roumdata* بالجراثيم الكونيدية للميكوريزا *Trichoderma viride* قبل تخزينها لمدة أربعة شهور فى الجو العادى إلى خفض إصابتها بشدة بالفطريات المسببة للأعفان أثناء التخزين، مثل: *Aspergillus niger*،

و *Botryodiplodia theobromae*، و *Penicillum oxalicum* (Okigbo & Ikediugwu ٢٠٠٠).

المعاملة بمستحثات المقاومة الطبيعية

يرتبط تأثير عديد من الأساليب التى أسلفنا بيانها فى المكافحة بحث تطوير مقاومة طبيعية؛ الأمر الذى تكررت الإشارة إليه فى مواضع مختلفة من هذا الكتاب.

ونقدم — فيما يلى — أمثلة على حث تطوير المقاومة الطبيعية ببعض المعاملات.

المعاملة بالمركبات الكيميائية

أحدث رش نباتات الكنتالوب مرة واحدة بالـ benzothiadiazole (اختصارًا: BTH) قبل الحصاد بأسبوعين خفضًا معنويًا فى إصابات الثمار بعد الحصاد — بأمراض المخان. وخاصة تلك التى تسببها (فطريات *Fusarium*، و *Alternaria*، و *Rhizopus*. كذلك أعطى الرش أربع مرات كل ١٢ يومًا خلال مرحلتى الإزهار ونمو الثمار بكل من *B-aminobutyric acid* (اختصارًا: BABA)، و 2,6-dichloroisonicotinic acid (اختصارًا: INA) نتائج مماثلة. أما قبل الحصاد فقد أدت المعاملة بأى من الـ INA أو الـ BTH إلى خفض إصابة النباتات بكل من البياض الدقيقى والبياض الزغبى (Bokshi وآخرون ٢٠٠٦).

كما أدى غمر ثمار الكنتالوب فى محلول harpin (وهو حاث بكتيرى لتفاعل فرط الحساسية) بتركيز ٩٠ جزء فى المليون إلى خفض إصابتها بالأعفان التى تسببها فطريات *Alternaria alternata*، و *Fusarium semitectum*، و *Trichothecium roseum*. وذلك من خلال حث المقاومة ضدها، علمًا بأن الـ harpin ليس سامًّا لتلك الفطريات فى البيئات الصناعية (Yang وآخرون ٢٠٠٧).

المعاملة بالصدمات الحرارية

تؤثر معاملة ثمار الحمضيات بالصدمة الحرارية بعد الحصاد فى إنتاج الكيومارينات

coumarins المضادة للفطريات في قشرتها. وفي الليمون الأضاليا أدت المعاملة الحرارية إلى إنتاج الـ scoparone بعد التعرض للإصابة بالفطر *Penicillium* sp.، وقد ارتبط هذا التراكم معنويًا بالمقاومة (Da Rocha & Hammerschmidt ٢٠٠٥).

المعاملة بالمثيل ساليسيلات

أدى تبخير ثمار الفراولة بالـ methyl salicylate إلى خفض إصابتها بالعفن الرمادي بنسبة الثلث مقارنة بالإصابة في ثمار الكنترول. وقد تحول الـ methyl salicylate في الثمار إلى حامض سلسيلك وأدى إلى زيادة نشاط الشيتينيز (Kim & Choi ٢٠٠٢).

المعاملة بالشيتوسان

أدت معاملة مكان اتصال عنق ثمرة الطماطم بالثمرة (مكان قطف الثمرة) بالشيتوسان chitosan إلى تثبيط إصابة الثمرة بالفطر *Alternaria alternata* مسبب مرض العفن الأسود، وذلك عندما تم حقنها بالفطر وخزنت على ٢٠°م لمدة ٢٨ يومًا. وكان ذلك التأثير لمعاملة الشيتوسان مصاحبًا بضعف في نشاط الإنزيمات المحللة للأنسجة (polygalacturonase، و cellulase، و pectic lyase) في النسيج المجاور للبقع المرضية، حيث انخفض نشاطها إلى أقل من ٥٠٪ مما كان عليه الحال في ثمار المقارنة التي لم تُعامل بالشيتوسان. كذلك ثبطت المعاملة بالشيتوسان إنتاج الثمار لكل من حامضي الأوكساليك والفيوماريك (oxalic & fumaric acids) وهما من المركبات المخلبية، وكذلك سموم العائل alternariol، و alternariol monomethylether، وحفزت إنتاج الفيتوألاكسين ريستين rishitin في أنسجة الثمرة (Reddy وآخرون ٢٠٠٠).

كما أدت معاملة الجزر المخزن بالـ chytosan hydrolysate (وهو الذي يحضر من الـ chitosan بفعل الإنزيم *Streptomyces* N-174 chitosanase) بتركيز ٠,٢٪ (وزن/حجم) إلى حماية جذور الجزر من الإصابة بالفطر *Sclerotinia sclerotiorum* أثناء التخزين، بحثها الجذور على تطوير مقاومة ضد الفطر (Molloy وآخرون ٢٠٠٤).

المعاملة بالأشعة فوق البفسجية

أدى تعريض ثمار الفلفل للأشعة فوق البنفسجية UV-C بأى جرعة (من ٠,٢٢ إلى ٢,٢٠ كيلوجول/م٢ kJm^{-2}) إلى حيث تكوين مقاومة جهازية بالثمار أمكن معها مقاومة الإصابة بالبوتريتس (*Botrytis cinerea*) فى الثمار المخزنة على ١٣ أو ٢٠°م (Mercier وآخرون ٢٠٠١).

وأدت المعاملة بالـ UV-C إلى حث المقاومة ضد الإصابات المرضية فى أبصال البصل وجذور الجزر وثمار الفلفل والطماطم (Da Rocha & Hammerschmidt ٢٠٠٥).

أمراض المخازن البكتيرية ومكافحتها

تعد الإصابات البكتيرية من أهم أمراض المخازن؛ ولذا .. نولى وسائل مكافحتها اهتمامًا خاصًّا.

الإصابات البكتيرية التى تستمر من الحقل فى المخازن

تستمر كثير من الإصابات البكتيرية فى المخازن، وتؤثر على جودة ونوعية الخضر المخزنة، بعد أن تكون قد بدأت فى الحقل. ومن أهم الأنواع البكتيرية المسببة لتلك الإصابات ما يلى:

البكتيريا	المحصول
Clavibacter michiganensis subsp. *michiganensis*	الطماطم
C. michiganensis subsp. *sepdonicus*	البطاطس
Pseudomonas solanacearum	البطاطس
P. syringae pv. *apii*	الكرفس
P. syringae pv. *lachrymans*	الخيار، وشهد العسل
P. syringae pv. *maculicola*	القنبيط
P. syringae pv. *phaseolicola*	الفاصوليا
P. syringae pv. *pisi*	البسلة
P. syringae pv. *syringae*	الفاصوليا
P. syringae pv. *tomato*	الطماطم

البكتيريا	المحصول
Streptomyces scabies	البطاطس والبنجر
Xanthomonas campestris pv. *campestris*	الكرنب والقنبيط
X. campestris pv. *phaseoli*	الفاصوليا
X. campestris pv. *vesicatoria*	الطماطم، والفلفل، والفجل

الأنواع البكتيرية المسببة للأعفان الطرية

تعد الأعفان الطرية من أهم الأمراض البكتيرية فى مصر وأكثرها انتشارًا. ويبين جدول (١٦-١) قائمة بأهم هذه الأنواع - على المستوى العالمى - والأنواع المحصولية التى تصاب بها، والمجال الحرارى لانتشارها.

جدول (١٦-١): أهم الأنواع البكتيرية المسببة للأعفان الطرية، والمحاصيل التى تصيبها، والمجال الحرارى المناسب لنموها (عن **Lund** ١٩٨٣).

البكتيريا	المحاصيل التى تصاب بها	درجات الحرارة لنموها (م) الدنيا	المثلى	العظمى
Erwinia carotovora subsp. *atroseptica*	معظم الخضروات، وخاصة البطاطس	٣	٢٧	٣٥
E. carotovora subsp. *carotovora*	معظم الخضروات	٦	٢٨-٣٠	٣٧-٤٢
E. chrysnthemi	البطاطس	٦	٣٤-٣٧	> ٤٥
Pseudomonas marginalis	معظم الخضروات	< ٠,٢	٢٥-٣٠	> ٤١
P. viridiflava	الفاصوليا	—	—	—
P. chichorii	الشيكوريا، والهندباء، والكرنب، والخس	—	حوالى ٣٠	> ٤١
P. cepaci	البصل	> ٤	٣٠-٣٥	٤٠-٤١
P. gladioli pv. *allicola*	البصل	> ٤	٣٠-٣٥	٤٠-٤١
Bacillus polymyxa	البطاطس والفلفل	٥-١٠	—	٣٥-٤٠
B. subtilis	البطاطس والطماطم	٥-٢٠	—	٤٥-٥٥
Clostridium puniceum	البطاطس	٧	—	٣٩

طرق مكافحة أمراض المخازن البكتيرية

من أهم وسائل مكافحة أمراض المخازن البكتيرية ما يلى:

١- إجراء عملية العلاج أو المعالجة Curing بصورة جيدة عند الحصاد؛ بهدف العمل على التئام الجروح التى تشكل منافذ جيدة للإصابات البكتيرية؛ كما فى البطاطس، والبطاطا، والبصل.

٢- إجراء الحصاد فى مرحلة النضج المناسبة لذلك، مع تعريض المحصول لأقل قدر من التجريح.

٣- عدم تلويث المحصول بقدر كبير من التربة وبقايا النموات النباتية التى يمكن أن تشكل مصدرًا خطيرًا للإصابات المرضية فى المخازن.

٤- تبريد المحصول سريعًا واتباع أساليب التخزين المناسبة لتجنب انتشار أمراض المخازن (يراجع لذلك حسن ١٩٩٨).

٥- معاملة المحصول بمحاليل لمركبات كيميائية مؤثرة على البكتيريا بعد الحصاد:

لم تُجْدِ هذه الوسيلة كثيرًا فى مكافحة أمراض المخازن البكتيرية. وحتى فى الحالات التى أمكن إحراز نجاح فيها فإن أخطار الأعفان — التى يمكن أن تنتشر بسبب الماء الذى يتبقى على المنتج بعد المعاملة بالكيماويات — تفوق عملية المكافحة الأولية ذاتها.

ويعد استعمال الكلور فى الماء الذى تشطف فيه الخضروات أنجح المعاملات الكيميائية حتى الآن. ويضاف الكلور إلى ماء الشطف إما فى صورة غازية، وإما فى صورة أحد أملاح الهيبوكلوريت. ويعتبر تركيز ١٠ أجزاء فى المليون فى الماء — عند درجة التعادل (pH = ٧) لدقائق قليلة — كافيًا لقتل الخلايا البكتيريا غير المتجرثمة، ولكن — مع تواجد التربة وبقايا النموات النباتية مع المحصول — يلزم زيادة تركيز الكلور فى محلول الشطف إلى ٥٠ جزءًا — ١٠٠ جزء فى المليون لكى يكون فعّالاً. وتجدر الإشارة إلى أن معاملة الكلور هى للتطهير السطحى فقط للمنتج، ولا يمكنها القضاء على ما قد يوجد بداخله من إصابات بكتيرية.

٦- المعاملة بالمضادات الحيوية:

تعد المضادات الحيوية من أنجح المركبات التى تقضى على الإصابات البكتيرية ومن أمثلة هذه المضادات الحيوية ما يلى:

Oxytetracycline	Streptomycin
Neomycin	Polymyxin

وبالرغم من الفاعلية الفائقة للمضادات الحيوية فى مكافحة أمراض المخازن البكتيرية فى محاصيل الخضر، إلا أن معظم الدول تُحَرِّم استعمالها عندما يكون الجزء المأكول من النبات هو الجزء المعامل؛ لكى لا يتناول الإنسان كميات كبيرة من المضادات الحيوية مع طعامه، والتى يمكن أن تؤدى إلى مخاطر صحية كبيرة.

ولهذا السبب .. فإن المضادات الحيوية الهامة طبيًّا لا يجوز استخدامها فى معاملة الخضروات المعدة للاستهلاك (عن Lund ١٩٨٣).

مصادر الكتاب

الأسعد، محمد، ووليد أبو غريبة (١٩٨٦). تأثير الطاقة الشمسية والأغطية البلاستيكية فى مكافحة فطور ونيماتودا التربة فى وادى الأردن الأوسط. مجلة وقاية النبات العربية، مجلد ٤ : ٤٨-٤٩.

توفيق، محمد فؤاد (١٩٩٣). المكافحة البيولوجية للآفات الحشرية. وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى – جمهورية مصر العربية – ٧٢٢ صفحة.

جانيك، جوليوس (١٩٨٥). علم البساتين. ترجمة جميل فهيم سوريال وآخرين. الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة – ٦٥٩ صفحة.

حسن، أحمد عبدالمنعم (١٩٩٨) تكنولوجيا إنتاج الخضر – المكتبة الأكاديمية – القاهرة ٦٢٥ صفحة.

حسن، أحمد عبدالمنعم (٢٠٠٥أ). الأسس العامة لتربية النبات. الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة – ٤٧٧ صفحة.

حسن، أحمد عبدالمنعم (٢٠٠٥ب). طرق تربية النبات – الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة – ٣٩٣ صفحة.

حسن، أحمد عبدالمنعم (٢٠٠٥جـ). تحسين الصفات الكمية: الإحصاء البيولوجى وتطبيقاته فى برامج تربية النبات. الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة – ٢٥١ صفحة.

حسن، أحمد عبدالمنعم (٢٠٠٧أ). التكنولوجيا الحيوية وتربية النبات. الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة – ٧٨٢ صفحة.

حسن، أحمد عبدالمنعم (٢٠٠٧ب) تطبيقات تربية النبات فى مكافحة الأمراض والآفات. الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة – ٨٥٨ صفحة.

حماد، شاكر محمد، وأحمد لطفى عبدالسلام (١٩٨٥). الحشرات الاقتصادية فى مصر والعالم العربى. دار المريخ للنشر – الرياض – ٥٥٥ صفحة.

روبرتس، دانيال أ، وكارل وبوثرويد (١٩٨٦). أساسيات أمراض النبات. ترجمة إبراهيم جمال الدين وآخرون. الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة – ٥٢٣ صفحة.

زعزوع، حسين، وعبدالمنعم ماهر، ومحمد أبو الغار (١٩٧٢). أسس مكافحة الآفات. دار المعارف – القاهرة ٤٥٨ صفحة.

زكى، محمد أحمد (١٩٩١). تعريف بأهم أنواع الحشائش فى مصر. وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى – جمهورية مصر العربية – ٢٢٥ صفحة.

عبدالسلام، أحمد لطفى (١٩٩٣). الآفات الحشرية فى مصر والبلاد العربية وطرق السيطرة عليها. الآفات الحشرية التى تصيب بساتين الخضر والفاكهة والزينة. المكتبة الأكاديمية – القاهرة – ٧٨١ صفحة.

المنشاوى، عبدالعزيز محمد، وعصمت محمد حجازى، ونشأت السنجابى (١٩٨٧). إرشادات معملية فى الحشرات الاقتصادية. دار المطبوعات الجديدة – الإسكندرية – ٢٢٣ صفحة.

وافى، منصور، وفؤاد العزبى، وحميد المهيرى (١٩٨٨). دراسة اقتصادية لبعض المعاملات الفنية لحماية القرعيات من الذبابة البيضاء والحد من أخطارها. المؤتمر العربى الثالث لعلوم وقاية النبات: ٥–٩ ديسمبر ١٩٨٨ – العين – الإمارات العربية المتحدة.

Abbasi, P. A. and G. Lazarovits. 2006. Seed treatment with phosphonate (AG3) suppresses pythium damping-off of cucumber seedlings. Plant Disease 90(4): 459-464.

Abbasi, P. A., J. Al-Dahmani, F. Sahin, H. A. J. Hoitink, and S. A. Miller. 2002. Effect of compost amendments on disease severity and yield of tomato in conventional and organic production systems. Plant Dis. 86(2): 156-161.

Abbasi, P. A., N. Soltani, D. A. Cuppels, and G. Lazarovits. 2002. Reduction of bacterial spot disease severity on tomato and pepper plants with foliar applications of ammonium lignosulfonate and potassium phosphate. Plant Dis. 86(11): 1232-1236.

Abbasi, P. A. and G. Lazarovits. 2006. Effect of soil application of AG3 phosphonate on the severity of clubroot of bok choy and cabbage caused by *Plasmodiophora brassicae*. Plant Dis. 90(12): 1517-1522.

Abd-Allah, E. F. 2001. *Streptomyces plicatus* as a model biocontrol agent. Folia Microbiologica 46(4): 309-314.

Abdel-Gawad, A. A., A. M. El-Sayed, F. F. Shalaby, and M .R. Abo-El-Ghar. 1990. Natural enemies of *Bemisia tabaci* Genn. and their role on suppressing the populauon density of the pest. Agric. Res. Rev. 68(1): 185-195.

Abd El-Hafiz, M. 1999. Induction and isolation of more efficient yeast mutants for the control of powdery mildew on cucumber Ann. Agric. Sci. (Cairo) 44(1): 283-292.

Abdel-Rahim, M. F., M. M. Satour, K. Y. Mickhail, S. A. El-Eraki, A. Grinstein, A. Chen, and J. Katan. 1988. Effectiveness of soil solarization in furrow-irrigated Egyptian soils. Plant Dis. 72: 143-146.

Abdel-Razik, A. A., A. M. Amein, A. M. El-Shabrawy, and M. H. Rushdi. 1988. Effect of certain cultural practices and fungicides on control of *Sclerotium cepivorum* on winter onion. Egypt. J. Phytopath. 20: 87-97.

Abdel-Said, W. M., N. Y. AdbelGhafar, and S. A. Shehata. 1996. Application of salicylic acid and aspirin for induction of resistance to [sic.] tomato plants against bacterial wilt and its effect on endogenous hormones. Annals of Agricultural Science (Cairo) 41(2): 1007-1020.

Abdullah, M. T., N. Y. Ali, and P. Sulemam. 2008. Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary with *Trichoderma harzianum* and *Bacillus amyloliquefaciens*. Crop Protection 27(10): 1354-1359.

Abo-Elyousr, K. A. M. and H. H. El-Hendawy. 2008. Intergration of *Pseudomonas fluorescens* and acibenzolar-S-methyl to control bacterial spot disease of tomato. Crop Protection 27(7): 1118-1124.

Abo-Foul, S., V. I. Raskin, A. Sztejnberg, and J. B. Marder. 1996. Disruption of chlorophyll organization and function in powdery mildew-diseased cucumber leaves and its control by the hyperparasite *Ampelomyces quisqualis*. Phytopathology 86: 195-199.

Acher, A., B. Heuer, E. Rubinskaya, and E. Fischer. 1997. Use of ultraviolet-disinfected nutrient solutions in greenhouses. J. Hort. Sci. 72(1): 117-123.

Acuna, P. A. and M. Carballo. 2000. Comparison of *Beauveria bassiana* strain with insecticides used for control of *Plutella xylostella*. (In Spanich with English summary). Manejo Integrado de Plagas No. 56: 52-57. c. a. Hort. Abstr. 71(1): 616; 2001.

A. H. Hummert Seed Company. 1989. Catalog. St. Louis, Missouri. 383 p.

Ahmed, K. G. M., A. M. M. Mahdy, A. E. Badr, S. A. Khaled and S. M. A. El-Momen. 1991. Evaluation of some systemic fungicides for controlling onion neck rot in field and storage. Egypt. J. Agric. Res. 69(3): 775-786.

Ahmed, A. S., C. P. Sánchez and M. E. Candela. 2000.Evaluation of induction of systemic resistance in pepper plants (*Capsicum annuum*) to *Phytophtora capsici* using *Trichoderma harzianum* and its relation with capsidiol accumulation. Europ. J. Plant Pathol. 106: 817-824.

Ahoonmanesh, A. and T. A. Shalla. 1981. Feasibility of cross-protection for control of tomato mosaic virus in fresh market field-grown tomatoes. Plant Dis. 65: 56-58.

Alabouvette, C., P. Lemanceau, and C. Steinberg. 1993. Recent advances in the biological control of *Fusarium* wilts. Pesticide Science 37(4): 365-373. (c. a. Rev. Plant Path. 74(7): 4362, 1995).

Albert, R. and H. Schneller. 1994. *Eretmocerus californicus*-a further enemy of whiteflies. (in German). Gartenbau Magazin 3(5): 44-45. (c. a. Hort. Abstr. 66: 3080, 1996).

Ali, A. H. H. 1996. Biocontrol of reniform and root-knot nematodes by new bacterial isolates. Bull. Fac. Agric., Univ. Cairo 47: 487-498.

Ali-Shtayeh, M. S. and A. S. F. Saleh. 1999. Isolation of *Pythium acanthicum*, *P. oligandrum*, and *P. periplocum* from soil and evaluation of their mycoparasitic activity and biocontrol efficacy against selected phytopathogenic *Pythium* species. Mycopathologia 145(3): 143-153.

Allard, R. W. 1964. Principles of plant breeding. Wiley, N. Y. 485 p.

Al-Menofi, O. A. 1978. A note on new hosts of *Orobanche aegyptiaca* Pers. and *O. crenata* Forsk. Egypt. J. Phytopath. 10: 71-72.

Al-Menofi, O. A. and M. Th. Hassan. 1976. Studies on the parasitism *of Cuscuta* spp. 1. Survey study on *Cuscuta* spp. and their hosts in Nubareya Region (El Tahrir Prorince). Egypt. J. Phytopathol. 8: 25-29.

Al-Musa, A. 1982. Incidence, economic importance, and control of tomato yellow leaf curl in Jordan. Plant Disease 66: 561-563.

Al-Raddad, A. M. 1995. Interaction of *Glomus mosseae* and *Paecilomyces lilacinus* on *Meloidogyne javanica* of tomato. Mycorrhiza 5(3): 233-236. (c. a. Hort. Abstr. 65: 8986, 1995).

Alvarez, M. A., S. Gagné and H. Antuon. 1995 Effect of compost on rhizosphere microflora of the tomato and on the incidence of plant growth-promoting rhizobacteria. Applied and Environmental Microbiology 61(1): 194-199.

Amend, J. and T. Basedow. 1997. Combining release/establishment of *Diadegma semiclausum* (Hellen) (Hym., Ichneumonidae) and *Bacillus thuringiensis* Berl. for control of *Plutella xylostella* (L.) (Lep. Yonomeutidae) and other lepidopteran pests in Cordillera Region of Luzon (Phillippines). J. Appl. Entomol. 121(6): 337-342.

Amin, A. W. 2000. Efficacy of *Arthrobotrys oligospora*, *Hirsutella rhossiliensis*, *Paecilomyces lilacinus* and *Pasteuria penetrans* as potential biocontrol agents against *Meloidogyne incognita* on tomato. Pakistan J. Nematol. 18(1/2): 29-33.

Anith, K. N., M. T. Momol, J. W. Kloepper, J. J. Marois, S. M. Olson, and J. B. Jones. 2004. Efficacy of plant growth-promoting rhizotacteria, acibenzolar-S-methyl, and soil amendment for integrated management of bacterial wilt on tomato. Plant Dis. 88(6): 669-673.

Ansanelli, C., C. di Giovannantonio, and L. Tomassoli. 1997. Tolerant varieties and reflective soil coverings to control viruses of courgette. (In Italian). Informatore Agrario 53(11): 43-45. c. a. Rev. Plant Path. 76(10): 8152, 1997.

Antignus, Y., S. Cohen, N. Mor. Y. Masika, and M. Lapidot 1996. The effects of UV-blocking greenhouse covers on insects and insect-borne virus diseases. Plasticulture No. 112: 15-20.

Antoniou, P. P., E. C. Tjamos, M. T. Andreou, and C. G. Panagopoulos. 1995a. Effectiveness, modes of action and commercial application of soil solarization for control of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* of tomatoes. Acta Hort. No. 382: 119-128.

Antoniou, P. P., E. C. Tjamos, and C. G. Panagopoulos. 1995b. Use of soil solarization for controlling bacterial canker of tomato in plastic houses in Greece. Plant Pathology 44(3): 438-447.

Arce-Ochoa, J. P., F. Dainello, L. M. Pike, and D. Drews. 1995. Field performance comparison of two transgenic summer squash hybrids to their parental hybrid line. HortScience 30(3): 492-493.

Archbold, D. D., T. R. Hamilton-Kemp, B. E. Langlois, and M. M. Barth. 1997. Natural volatile compounds control *Botrytis* on strawberry fruit. Acta Hort. No. 439(II): 923-930.

Arie, T., Y. Kobayashi, G. Okada, Y. Kono, and I. Yamaguchi. 1998. Control of soilborne clubroot disease of cruciferous plants by epoxydon from *Phoma glomerata*, Plant Pathol. 47(6): 743-748.

Arriola, L. L., M. K. Hausbeck, J. Rogers, and G. R. Safir. 2000. The effect of *Trichoderma harzianum* and Arbuscular mycorrhizae on fusarium root rot in asparagus. HortTechnology 10(1): 141-144.

Asaka, O. and M. Shoda. 1996. Biocontrol of *Rhizoctonia solani* damping-off of tomato with *Bacillus subtilis* RB14. Applied and Environmental Microbiology 62(11): 4081-4085.

Ashley, R. A. 2008. Having problems controlling vegetable crop diseases - try rotation. Integrated Pest Management. University of Conneticut. The Internet.

Ashton, F. M. and D. Santana. 1976. *Cuscuta* spp. (doder): a literature review of its biology and control. University of California, Div. of Agric. Sci. Bul. 1880. 24p.

Asirifi, K. N., W. C. Morgan, and D. G. Parbery. 1994. Suppression of Sclerotinia soft rot of lettuce with organic soil amendments. Aust. J. Exp. Agric. 34(1): 131-136.

Askary, H., Y. Carriere, R. R. Belanger, and J. Brodeur. 1998. Pathogenicity of the fungus *Verticillium lecanii* to aphids and powdery mildew. Biocontrol Science and Technology 8(1): 23-32.

Askew, D. J. and M. D. Laing. 1994. Evaluating *Trichoderma* bio-control of *Rhizoctonia solani* in cucumbers using different application methods. Journal of the Southern African Society for Horticultural Sciences 4(2): 35-38. c. a. Rev. Plant Pathol. 74(6): 3611, 1995.

Attitallah, I. H., P. Johnson, S. Brishammar, and P. Quintanilla. 2001. Systemic resistance to *Fusarium* wilt in tomato induced by *Phytophthora cryptogea*. J. Phytopathol. 149(7/8): 373-380.

Audenaert, K., G. B. de Meyer, and M. M. Hofte. 2002. Abscisic acid determines basal susceptibility of tomato to *Botrytis cinerea* and suppresses salicylic acid-dependent signaling mechanisms. Plant Physiology 128(2): 491-501.

Avikainen, H., H. Koponen, and R. Tahvonen. 1993. The effect of disinfectants on fungal diseases of cucumber. Agricultural Science in Finland 2(2): 179-188. (c. a. Hort. Abstr. 65: 338, 1995).

Avila de Moreno, C. and A. Gutierrez de Gerardino. 1992. Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary on lettuce (*Lactuca sativa* L.). (In Spanish with English summary). Fitopatologia Colombiana 16(1-2): 172-179. (c. a. Rev. Plant Pathol. 74: 3555, 1995).

Aziz, I., R. Ahmed, and N. Javed. 1995. Effect of insecticides and plant leaf extracts as root dip treatment on *Meloidogyne javanica* infecting eggplant (*Solanum melongena* L.). Pakistan Journal of Phytopthology 7(1): 68-70. c. a. Hort. Abstr. 66(5): 4199, 1996.

Aziz, N. H., Z. El-Fouly, A. A. El-Essawy, and M. A. Khalaf 1997. Influence of bean seedling root exudates on the rhizosphere colonization by *Trichoderma lignorum* for the control of *Rhizoctonia solani*. Botanical Bulletin of Academia Sinica 38(1): 33-39. (c. a. Rev. Plant Pathol. 76: 6431, 1997).

Babadoost, M., M. L. Derie, and R. L. Gabrielson. 1996. Efficacy of sodium hypochlorite treatments for control of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in *Brassica* seeds. Seed Sci. Tech. 24(1): 7-15.

Babu, S., K. Seetharaman, R. Nandakumar, and I. Johnson. 2000. Biocontrol efficacy of *Pseudomonas fluorescens* against *Alternaria solani* and tomato leaf blight disease. Annals of Plant Protection Sciences 8(2): 252-254.

Bae, Y. S., C. K. Shim, C. S. Park, and H. K. Kim. 1995. Synergistic effects of *Gliocladium virens* and *Pseudomonas putida* in the cucumber rhizosphere on the suppression of cucumber *Fusarium* wilt. Korean Journal of Plant Pathology 11(4): 287-291. c. a. Rev. Plant Pathol. 76(1): 486, 1997.

Baker, K. F. and C. N. Roistacher. 1957. Heat treatment of soil. In: K. F. Baker (Ed) The U. C. System of Producing Healthy Container-Grown Plants; pp. 123-137. University of California, Div. Agric. Sci. Agric, Exp. Sta., Ext. Serv. Manual.

Balogh, B., J. B. Jones, M. T. Momol, and S. M. Olson. 2005. Persistence of bacteriophages as biocontrol agents in the tomato canopy. Acta Hort. No. 695: 299-302.

Baranski, R., E. Klocke, and T. Hothnagel. 2008. Chitinase CHIT36 from *Trichoderma harzianum* enhancles resistance of transgenic carrot to fungal pathogens. J. Phytopathol. 156(9): 513-521.

Basham, Y. and L. E. de Bashan. 2002. Protection of tomato seedlings against infection by *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* by using the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*. Applied and Environmental Microbiology 68(6): 2637-2643.

Batten, J. S., K.-B. G. Scholthof, B. R. Lovic, M. E. Miller, and R. D. Martyn. 2000. Potential for biocontrol of Monosporascus root rot/vine decline under greenhouse conditions using hypovirulent isolates of *Monosporascus cannonballus*. Europ. J. Plant Pathol. 106: 639-649.

Bawden, F. C. 1964. Plant viruses and virus diseases. Rhonald Pr, N. Y. 361p.

Baysal, O., Y. Z. Gursoy, H. Ornek, B. Cetinel, and J. A. Teixira da Silva. 2007. Enhanced systemic resistance to bacterial speck disease caused by *Pseudomoonas syringae* pv. *tomato* by DL-β-aminobutyric acid under salt stress. Physiologia Plantarum 129(3): 493-506.

Beckers, G. J. M. and U. Conrath. 2007. Priming for stress resistance: from the lab to the field. Current Opinion in Plant Biology 10(4): 425-431.

Bécot, S., E. Pajot, D. le Corre, C. Monot, and D. Silué. 2000. Phytogard^R (K_2HPO_3) induces resistance in cauliflower to downy mildew of crucifers. Crop Protection 19(6): 417-425.

Bélanger, R. R., N. Benhamou, and J. G. Menzies. 2003. Cytological evidence of an active role of silicon in wheat resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*). Phytopathology 93: 402-412.

Bell, A. A., J. C. Hubbard, L. Lui, R. M. Davis, and K. V. Subbarao. 1998. Effects of chitin and chitosan on the incidence and severity of Fusarium yellows in celery. Plant Dis. 82: 322-328.

Bell, A. A., L. Liu, B. Reidy, R. M. Davis and K. V. Subbarao. 1998. Mechanisms of subsurface drip irrigation-mediated suppression of lettuce drop caused by *Sclerotinia minor*. Phytopathology 88(3): 252-259.

Bellows, T. S., Jr., T. M. Perring, R. J. Gill, and D. H. Headrick. 1994. Description of a species of *Bemisia* (Homoptera: Alleyrodidae). Ann. Entomol. Soc. Amer. 87: 195-206.

Benhamou, N. and R. R. Bélanger. 1998. Benzothiadiazole-mediated induced resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* in tomato. Plant Physiology 118(4): 1203-1212.

Benhaous, N. and R. R. Bélanger. 1998. Induction of systemic resistance to Pythium damping-off in cucumber by benzothiadiazole: ultrastructure and cytochemisty of the host response. Plant Journal 14(1): 13-21.

Benhamou, N., P. J. Lafontaine, and Nicole. 1994. Induction of systemic resistance to Fusarium crown and root rot in tomato plants by seed treatment with chitosan. Phytopthology 84(12): 1432-1444.

Benhamou, N., S. Gagné, D. le Quéré, and L. Dehbi. 2000. Bacterial-mediated induced resistance in cucumber: beneficial effect of the endophytic bacterium *Serratia plymuthica* on the protection against infection by *Phthium ultimum*. Phytopthology 90(1): 45-56.

Berbegal, M., J. Garcia-Jiménez, and J. Armengol. 2008. Effect of cauliflower residue

amendments and soil solarization on verticillium wilt control in artichoke. Plant Dis. 92(4): 595-600.

Berg, G., C. Knaape, G. Ballin, and D. Seidel. 1994. Biological control of *Verticillium dahliae* Kleb. By natural occurring rhizosphere bacteria. Archives of Phytopathology and Plant Protection 29(3): 249-262. (c. a. Rev. Plant Pathol. 74: 4342, 1995).

Bernar, R. F. and R. D. Berger. 1996. The spread of epiphytic populations of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* on pepper in the field. Journal of Phytopathology 144(9/10): 479-484. c. a. Hort. Abstr. 67(6): 4995, 1997.

Bhat, M. S. and I. Mahmood. 2000. Role of *Glomus mosseae* and *Paecilomyces lilacinus* in the management of root knot nematode on tomato. Archives of Phytopathology and Plant Protection 33(2): 131-140.

Bhat, R. G. and K. V. Subbarao. 2001. Reaction of broccoli to isolates of *Verticillium dahliae* from various hosts. Plant Disease 85(2): 141-146.

Bigirimana, J. and M. Hofte. 2002. Induction of systemic resistance to *Colletotrichum lindemuthianum* in bean by a benzothiadiazole derivative and rhizobacteria. Phytoparasitica 30(2): 159-168.

Bigirimana, J., G. de Meyer. J. Poppe, Y. Elad, and M. Hofte. 1997. Induction of systemic resistance on bean (*Phaseolus vulgaris*) by *Trichoderma harzianum.* Mededelingen-Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Univesiteit Gent 63(3b): 1001-1007. (c. a. Rev. Plant Path. 77: 6537; 1998).

Bishop, G. W., D. E. Davis, and T. F. Watson. 1985. Cultural practices in pest management. In: D. W. Davis, S. C. Hoyt. J. A. McMurtry and M. T. AliNiazee (Eds). Biological Control and Insect Management; pp. 61-71. Univ. Calif., Div. Agric. Nat. Res. Bul. 1911.

Bisset, K. A. 1962. (2nd ed.). Bacteria. E. & S. Livingstone Ltd., Edinburgh. 123 p.

Boogert, P. H. J. F. van den and J. W. Deacon. 1994. Biotrophic mycoparasitism by *Verticillium biguttatum* on *Rhizoctonia solani.* European J. Plant Path. 100(2): 137-156.

Blok, W. J., M. J. Zwankhuizen, and G. J. Bollen. 1997. Biological control of *Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi* by applying non-pathogenic isolates of *F. oxysporum.* Biocontrol Science and Technology 7(4): 527-541.

Bochow, H. and K. Gantcheva. 1995. Soil introduction of *Bacillus subtilis* as biocontrol agent and its population and activity dynamic. Acta Horticulturae No. 382: 164-172.

Bokshi, A. I., S. C. Morris, R. M. McConchie, and B. J. Deverall. 2006. Pre-harvest application of 2,6-dichloroisonicotinic acid, β-aminobutyric acid or benzothiadiazole to control post-harvest storage diseases of melons by inducing systemic acquired resistance (SAR). The J. Hort. Sci. Biotechnol. 81(4): 700-706.

Boland, G. J. 1997. Stability analysis for evaluating the influence of environment on chemical and biological control of white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*) of bean. Biological Control 9(1): 7-14.

Bolter, C., R. A. Brammall, R. Cohen, and G. Lazarovits. 1993. Glutathione alterations in melon and tomato roots following treatment with chemicals which induce disease resistance to Fusarium wilt. Physiological and Molecular Plant Pathology 42(5): 321-336.

Bordoloi, G. N. et al. 2002. Potential of a novel antibiotic, 2-methylheptyl isonicotinate as

a biocontrol agent against fusarial wilt of crucifers. Pest Management Science 50(3): 297-302.

Bos, L., H. J. M. van Dorst, H. Huttinga, and D. Z. Maat. 1984. Further characterization of melon necrotic spot virus causing severe disease in glasshouse cucumber in the Netherlands and its control. Netherlands Journal of Plant Pathology 90(2): 55-69.

Bourbos, V. A. and E. A. Barbopoulou. 2005. Control of soilborne diseases in greenhouse cultivation of tomato with ozone and *Trichoderma* spp. Acta Hort. No. 698: 147-152.

Bourbos, V. A., M. T. Skoudridakis, G. A. Darakis, and M. Koulizakis. 1997. Calcium cyanamide and soil solarization for the control of *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae* in greenhouse cucumber. Crop Protection 16(4): 383-386.

Bourbos, V. A., M. T. Skoudridakis, and E. Barboupoulou. 1999. Sodium bicarbonate for the control of *Erysiphe polygoni* in greenhouse tomato. Acta Hort. No. 487: 275-278.

Bowen, G. D. and A. D. Rovira. 1999. The rhizosphere and its management to improve plant growth. Adv. Agron. 66: 1-102.

Bowers, J. H. and J. L. Parke. 1993. Epidemiology of Pythium damping-off and *Aphanomyces* root rot of peas after seed treatment with bacterial agents for biological control. Phytopathology 83(12): 1466-1473.

Bracy, R. P., H. A. Hobbs, and D. Dufresne. 1996. *Phytophthora* blight in bell pepper - can in be controlled? Louisiana Agriculture 39(3): 18-19 c. a. Hort. Abstr. 67(8): 6969, 1997.

Briggs, F. N. and P. F. Knowles. 1967. Introduction to plant breeding, Reinhold Pub. Co., N. Y. 462 p.

Brandenberger, L. and F. Dainello. 2007. Weed Management. In: Vegetable handbook.<http://aggie-horticulture.tamu.edu/extension/veghandbook/chapter8 /ch ...>.

Bravenboer, L. 1955. Soil disinfection with fumigants in glasshouse tomatoes. Report of the 14th Int. Hort. Cong., Netherlands: p. 641-646.

Brown, S. L. and E. Brown. 1992. Effect of plastic mulch color and insecticides on thrips populations and damage to tomato. HortTechonlogy 2(2): 208-210.

Brown, P. D., and M. J. Morra. 1997. Control of soil - borne plant pests using glucosinolate-containing plants. Adv. Agron. 61: 167-231.

Brown, J. E., J. M. Dangler, F. M. Woods, K. M. Tilt, M. D. Henshaw, W. G. Griffey, and M. S. West. 1993. Delay in mosaic virus onset and aphid vector reduction in summer squash grown on reflective mulches. HortScience 28: 895-896.

Brown, J. E., R. P. Yates, C. Stevens, and V. A. Khan. 1996. Reflective mulches increase yields, reduce aphids and delay infection of mosaic viruses in summer squash. Journal of Vegetable Crop Production 2(1): 55-60.

Brown, J. E. et al. 2001. The effect of low dose ultraviolet light-C seed treatment on induced resistance in cabbage to black rot (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*). Crop Protection 20(10): 873-883.

Browne, G. T., W. R. DeTar, B. L. Sanden, and C. J. Phene. 2002. Comparison of drip and sprinkler irrigation systems for applying metam sodium and managing stem rot on potato. Plant Dis. 86: 1211-1218.

Budge, S. P. and J. M. Whipps, 2001. Potential for integrated control of *Sclerotinia*

sclerotiorum in glasshouse lettuce using *Coniothyrium minitans* and reduced fungicide application. Phytopathology 91: 221-227.

Budge, S. P., M. P. McQuilken, J. S. Fenlon, and J. M. Whipps. 1995. Use of *Coniothyrium minitans* and *Gliocladium virens* for biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* in glasshouse lettuce. Biological Control 5(4): 513-522.

Budnik, K., M. D. Laing, and J. V. da Graca. 1996. Reduction of yield losses in pepper crops caused by potato virus Y in KwaZulu-Natal, South Africa, using plastic mulch and yellow sticky traps. Phytoparasitica 24(2): 119-124.

Buonaurio, R., L. Scarponi, M. Ferrara, P. Sidoti, and A. Bertona. 2002. Induction of systemic acquired resistance in pepper plants by acibenzolar-S-methyl against bacterial spot disease. Europ. J. Plant Pathol. 108(1): 41-49.

Burkhead, K. D., D. A. Schisler, and P. J. Slininger. 1994. Pyrrolnitrin production by biological control agent *Pseudomonas cepacia* B37w in culture and in colonized wounds of potatoes. Applied and Environmental Microbiology 60(6): 2031-2039.

Burkhed, K. D., D. A. Schisler, and P. J. Slininger, 1995. Bioautography shows antibiotic production by soil bacterial isolates antagonistic to fungal dry rot of potatoes. Soil Biology & Biochemistry 27(12): 1611-1616.

Burnside, O. C., M. J. Wiens, N. H. Krause, S. Weisberg, E. A. Ristau, M. M. Johnson, and R. A. Sheets. 1998. Mechanical and chemical weed control systems for kidney bean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Technology 12(1): 174-178.

Buysens, S., M. Höfte, and J. Poppe. 1995. Biological control of *Pythium* sp. in soil and nutrient film technique system by *Pseudomonas aeruginosa* 7NSK2. Acta Horticulturae No. 382:238-243.

Café-Filho, A. C. and J. M. Duniway. 1995a. Effects of furrow irrigation schedules and host genotypes on Phytophthora root rot of pepper. Plant Disease 79(1): 39-43.

Café-Filho, A. C., J. M. Duniway, and R. M. Davis. 1995b. Effects of the frequency of furrow irrigation on root and fruit rots of squash caused by *Phytophthora capsici*. Plant Disease 79(1): 44-48.

Café-Filho, A. C. and J. M. Duniway. 1996. Effect of location of drip irrigation emitters and position of *Phytophthora capsici* in roots on Phytophthora root rot of pepper. Phytopathology 86: 1364-1369.

Cai, X. Z., Z. Zheng, and Y. P. Xu. 1999. Induction of systemic resistance in tomato by an incompatible race of *Cladosporium fulvum* and the accumulation dynamics of salicylic acid in tomato plants. (In Chinese with English summary). Acta Phytopathologica Sinica 29(3): 261-264. c. a. Rev. Plant Path. 79(2): 1223; 2000.

Cai, K., D. Gao, S. Luo, R. Zeng, J. Yang, and X. Zhu. 2008. Physiological and cytological mechanisms of silicon-induced resistance in rice against blast disease. Physiologia Plantarum 143(2): 324-333.

Callan, N. W., D. E. Mathre, J. B. Miller, and C. S. Vavrina. 1997. Biological seed treatments: factors involved in efficacy. HortScience 32(2): 179-183.

Camp, A. R., H. R. Dillard, and C. D. Smart. 2008. Efficacy of *Muscodor albus* for the control of Phytophthora blight sweet pepper and butternut squash. Plant Dis. 92(11): 1488-1492.

Campbell, R. N., C. Wipf-Scheibel, and H. Lecoq. 1996. Vector-assisted seed transmission of melon necrotic spot virus in melon. Phytopathology 86(12): 1294-1298.

Campbell, H. L., M. Wilson, and J. M. Byrne. 1997. Novel chemicals control bacterial spot and may reduce copper contamination problems. Highlights of Agricultural Research-Alabama Agricultural Experiment Station 44(2): 10-11. c. a. Rev. Plant Path. 77(7): 5769; 1997.

Carrion, G., A. Romero, and V. Rico-Gray. 1999. Use of *Verticillium lecanii* as a biocontrol agent against bean rust (*Uromyces appendiculatus*). Fitopatologia 34(2): 214-219.

Castoria, R., L. Caputo, F. de Curtis, and V. de Cicco. 2003. Resistance of postharvest biocontrol yeasts to oxidative stresses: a possible new mechanism of action. Phytopathology 93: 564-572.

Centurion, M. A. P. C. and H. Kimati. 1994a. Selection and identification of antagonistic microorganisms to bean rust (*Uromyces phaseoli*). (In Portuguese with English Summary). Summa Phytopathologica 20(3/4): 174-178. (c. a. Rev. Plant Path. 75(2): 1037; 1996).

Centurion, M. A. P. C. and H. Kimati. 1994b. Biological control of the bean rust with antagonistic bacteria. (In Portuguese with English Summary). Summa Phytopathologica 20(3/4): 179-183. (c. a. Rev. Plant Path. 75(2): 1039; 1996).

Centurion, M. A. P. C., H. Kimati, and G. T. Pereira. 1994. Mechanisms of action of antagonists selected for the biological control of bean rust (*Uromyces phaseoli* (Reben). Wint.). (In Portuguese with English Summary). Cientifica (Jaboticabal) 22(2): 163-175. (c. a. Rev. Plant Path. 76(4): 2900, 1997).

Chalfant, R. B., C. A. Jaworski, A. W. Johnson, and D. R. Sumner. 1977. Reflective film mulches on watermelon mosaic virus, insects, nematodes, soil-borne fungi, and yield of yellow summer squash. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102(1): 11-15.

Chao, Y. C. and Y. L. Chen. 1997. Influence of fluorescent pseudomonads isolated from eggplant roots on the growth and the disease development of bacterial wilt of eggplant. Bulletin of National Pingtung Polytechnic Institute 6(2): 101-112. c. a. Rev. Plant Path. 77(6): 4941; 1999.

Chardonnet, C. and B. Doneche. 1995. Influence of calcium pretreatment on pectic substance evolution in cucumber fruit (*Cucumis sativus*) during *Botrytis cinerea* infection. Phytoparasitica 23(4): 335-344.

Charron, C. S. and C. E. Sams. 1999. Inhibition of *Pythium ultimum* and *Rhizoctonia solani* by shredded leaves of *Brassica* species. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124(5): 462-467.

Cheah, L. H., B. B. C. Page, and R. Shepherd. 1997. Chitosan coating for inhibition of *Sclerotinia* rot of carrots. New Zealand J. Crop Hort. Sci. 25(1): 89-92.

Cheah, L. H., S. Veerakone, and G. Kent. 2000. Biological control of clubroot on cauliflower with *Trichoderma* and *Streptomyces* spp., pp. 18-21. In: S. M. Zydenbos. (ed.). New Zealand Plant Protection Volume 53. New Zealand Plant Protection Society, Rotorua, New Zealand.

Chellemi, D. O., S. M. Olson, and D. J. Mitchell. 1994a. Effects of soil solarization and fumigation on survival of soilborne pathogens of tomato in northern Florida. Plant Disease 78(12): 1167-1172.

Chellemi, D. O., S. M. Olson, J. W. Scott, D. J. Mitchell, and R. McSorley. 1994b. Reduction of phytoparasitic nematodes on tomato by soil solarization and genotype. Journal of Nematology 25(4 Supp): 800-805. (c. a. Hort. Abstr. 1994, 64: 8754).

Chen, M. H. and E. B. Nelson. 2008. Seed-colonizing microbes from municipal biosolids

compost suppress *Pythium ultimum* damping-off on different plant species. Phytopathology 98(9): 1012-1018.

Chen, F.H., W. Y. Zhang, and G. B. Wu. 1994. Physiological response of alternating-temperature treated sweet peppers to chilling stress. (In Chinese with English summary). Acta Hort. Sinica 21(4): 361-365. c. a. Hort. Abstr. 65(9): 8019, 1995.

Chen, C. Q., R. R. Bélanger, N. Benhamou, and T. C. Paulitz. 1998. Induced systemic resistance (ISR) by *Pseudomonas* spp. impairs pre- and post-infection development of *Pythium aphanidermatum* on cucumber roots. Europ. J. Plant Pathol. 104(9): 877-886.

Chen, C. Q., R. R. Bélanger, N. Benhamou, and T. C. Paulitz. 1999. Role of salicylic acid in systemic resistance induced by *Pseudomonas* spp. against *Pythium aphandermatum* in cucumber roots. Europ. J. Plant Path. 105(5): 477-486.

Chen, J., G. S. Abawi, and B. M. Zuckerman. 1999. Suppression of *Meloidogyne hapha* and its damage to lettuce grown in a mineral soil amended with chitin and biocontrol organisms. J. Nematol. 31(4, supplement): 719-725.

Chen, C. Q., R. R. Bélanger, N. Benhamou, and T. C. Paulitz. 2000. Defense enzymes in cucumber roots by treatment with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and *Pythium aphanidermatum*. Physioloical and Molecular Plant Pathology 56(1): 13-23.

Chen, J., G. S. Abawi, B. M. Zuckerman. 2000. Efficacy of *Bacillus thuringensis*, *Paecilomyces marquandii* and *Streptomyces costaricans* with and without organic amendments against *Meloidogyne hapla* infecting lettuce. J. Nematol. 32(1): 70-77.

Cherif, M., A. Asselin, and R. R. Bélanger. 1994. Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium* spp. Phytopathology 84(3): 236-242.

Chew-Madinaveitia, Y. I., E. Zavaleta-Mejia, F. Del-Gadillo-Sanchez, R. Valdivia-Alacala, M. R. Pena-Maryinez, and E. Cardenas-Soriano. 1995. Evaluation of control strategies for virus diseases of pepper (*Capsicum annuum* L.). (In Spanish with English summary). Fitopatologia 30(2): 74-84. c. a. Hort. Abstr. 66(7): 5999, 1996.

Chiasson, H., C. Vincent, and D. de Oliveira. 1997. Effect of an insect vacuum device on strawberry pollinators. Acta Horticulturae No. 437: 373-377.

Chin-A-Woeng, T. F. C., G. V. Bloemberg, I. H. M. Mulders, L. C. Dekkers, and B. J. J. Lugtenberg. 2001. Root colonization by phenazine-1-carboxamide-producing bacterium *Pseudomonas chlororaphis* PCL1391 is essential for biocontrol of tomato foot and root rot. Molecular Plant Microbe Interactions 13(12): 1340-1345.

Cho, M. R., H. Y. Jean, K. D. Ko, D. S. Kim, S. Y. Na, and M. S. Yiem. 1997. Screening of oriental melon rootstock cultivars for resistance to *Meloidogyne incognita*. (In Korean with English summary). RAD Journal of Crop Protection 39(1): 47-51. c. a. Plant Breed. Abstr. 68(2): 1872; 1998.

Chrispeels, M. J. and D. E. Sadava. 1994. Plants, genes, and agriculture. Jones and Bartlett Publishers, Boston. 478 p.

Chubachi, K., M. Furukawa, S. Fukuda, S. Takahashi, S. Matsumura, H. Itagawa, T. Shimizu, and T. Nakagawa. 1999. Control of root-knot nematodes-controlling actinomycetes and evaluation of their usefulness in a pot test. Jap. J. Nematol. 29(2): 42-45.

Chung, B. K., S. W. Kang, and H. Y. Choo. 1997. Joint toxic action of bifenthrin and prothiofos mixture for the control of insecticide-resistant diamondback moth, *Plutella xylostella* L. Korean J. Appl. Entomol. 36(1): 105-110. c. a. Hort. Abstr. 68(3): 2233; 1998.

Chupp, C. and A. F. Sherf. 1960. Vegetable diseases and their control. Ronald Pr. Co., N. Y. 693 p.

Clarkson, J. P., T. Payne, A. Mead, and J. M. Whipps. 2002. Selection of fungal biological control agents of *Sclerotium cepivorum* for control of white rot by sclerotial degradation in a UK soil. Plant Pathol. 51(6): 735-745.

Clarkson, J. P., A. Mead, T. Payne, and J. M. Whipps. 2004. Effect of environmental factors and *Sclerotium cepivorum* isolate on sclerotial degradation and biological control of white rot by *Trichoderma*. Plant Pathol. 53(3): 353-362.

Clarkson, J. P., A. Scruby, A. Mead, C. Wright, B. Smith, and J. M. Whipps. 2006. Integrated control of *Allium* white rot with *Trichodema viride*, tebuconazole and composted onion waste. Plant Pathol. 55(3): 375-386.

Clulow, S. A., H. E. Stewart, E. P. Dashwood, and R. L. Wastie. 1995. Tuber surface microorganisms influences the susceptibility of potato tubers to late blight. Annals of Applied Biology 126(1): 33-43.

Cohen, Y. 1994. Local and systemic control of *Phytophthora infestans* in tomato plants by DL-3-amino-n-butanoic acids. Phytopathology 84(1): 55-59.

Cohen, Y. R. 2002. β-aminobutyric acid-induced resistance against plant pathogens. Plant Disease 86(5): 448-457.

Cohen, Y. and U. Gisi. 1994. Systemic translocation of ^{14}C-DL-3-aminobutyric acid in tomato plants in relation to induced resistance against *Phytophthora infestans*. Physiological and Molecular Plant Pathology 45(6): 441-456.

Cohen, S. and V. Melamed-Madjar. 1978. Preventian by soil mulching of the spread of tomato yellow leaf curl virus transmitted by *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) in Israel. Bull. Ent. Res. Israel 68: 465-470.

Cohen, S., V. Melamed-Madjar, and J, Hameiri. 1974. Prevention of the spread of tomato yellow leaf curl virus transmitted by *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) in Israel. Bul. Ent. Res. Israel 64: 193-197.

Cohen, S., J. E. Duffus, and H. Y. Liu. 1991. A new *Bemisia tabaci* biotype in the Southwestern United States and its role in silverleaf of squash and transmission of lettuce infectious yellow virus. Phytopathology 82: 86-90.

Cohen, R., B. Blaier, A. A. Schaffer, and J. Katan. 1996. Effect of acetochlor treatment on Fusarium wilt and sugar content in melon seedlings. European Journal of Plant Pathology 102(1): 45-50.

Cohen, R., D. Shteinberg, and M. Edelstein. 1996. Suppression of powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in cucumber by the detergent Zohar LQ-215. European Journal of Plant Pathology 102(1): 69-75.

Collar, J. L., C. Avilla, M. Duque, and A. Fereres. 1997. Behavioral response and virus vector ability of *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) probing on pepper plants treated with aphicides. Journal of Economic Entomology 90(6): 1628-1634.

Collina, M. 1996. Natural Products against powdery mildew. (In Italian). Colture Protette 25(9): 39-42, c. a. Hort. Abstr. 67(5): 4025, 1977.

Colombo, A., O. Sortino, S. Cosentino, A. Nucifora, and B. Barbarossa. 1995. Application of predatory fungi (*Arthrobotrys* spp.) for the control of root knot nematodes on egg-plant in an unheated plastic house. (In Italian with English summary). Nematologia Mediterranea 23(suppl) 149-152. c. a. Hort. Abstr. 67(1): 434; 1997.

Commonwealth Mycological Institute. 1983. Plant pathologist's pocketbook. Commonwealth Agricultural Bureaux, Key Surrey, England. 439 p.

Conway, K. E., B. D. McCraw. J. E. Motes, and J. L. Sherwood. 1989. Evaluations of mulches and row covers to delay virus diseases and their effects on yield of yellow squash. Appl, Agric. Res., N. Y. pp. 201-207.

Cook, R., A. Carter, P. Westgate, and R. Hazzard. 2003. Direct silk applications of corn oil and *Bacillus thuringiensis* as a barrier to corn earworm larvae in sweet corn. HortTechnology 13(3): 509-514.

Cooke, L. and G. Little. 2002. The effect of foliar application of phosphonate formulations on the susceptibility of potato tubers to late blight. Pest Management Science 58(1): 17-25.

Cooley, D. R., W. F. Wilcox, J. Kovach, and S. G. Schloemann. 1996. Integrated pest management programs for strawberries in the Northeastern United States. Plant Disease 80(3): 228-237.

Conway, W. S., C. E. Sams, and A. Kelman. 1994. Enhancing the natural resistance of plant tissues to postharvest diseases through calcium applications. HortScience 29(7): 751-754.

Conti, G. A., A. Pianezzola, A. Arnoldi, G. Violini, and D. Maffi. 1996. Possible involvement of salicylic acid in systemic acquired resistance of *Cucumis sativus* against *Sphaerotheca fuliginea*. European Journal of Plant Pathology 102(6): 537-544.

Coosemans, J. 2005. Dimethyl disulphide (DMDS): A potential novel nematicide and soil disinfectant. Acta Hort. No. 698: 57-64.

Cornell University. 1996. Resource guide for organic insect and disease management. Crop management practices. Cucurbit crops. The Internet.

Costa, A. S. 1976. Whitfly-transmitted plant diseases. Ann. Rev. Phytopathol. 14: 429-449.

Costa, H. S., D. E. Ullman, M. W. Johnson, and B. E. Tabashnik. 1993a. Antibiotic oxytetracycline interferes with *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) oviposition, development, and ability to induce squash silverleaf. Annals of the Entomological Society of America 86(6): 740-748. (c. a. Rev. Plant Path. 1995, 74: 389).

Costa, H. S., D. E. Ullman, M. W. Johnson, and B. E. Tabashnik. 1993b. Association between *Bemisi tabaci* and reduced growth , yellowing, and stem blanching of lettuce and kai choy. Plant Dis. 77: 969-972.

Costa, H. S., D. E. Ullman, M. W. Johnson, and B. E. Tabashnik. 1993c. Sqush silverleaf symptoms induced by immature, but not adult, *Bemisia tbaci*. Phytopathology 83: 763-766.

Costa, H. S., M. W. Johnson, D. E. Ullman, A. D. Omer, and B. E. Tabashnik. 1993d. Sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae): Analysis by biotypes and distribution in Hawaii: Environmental Entomology 22(1): 16-20 (c. a. Rev. Agric. Entomol. 1993, 81: 11986).

Costa, J. M. and J. E. Loper. 1994. Derivation of mutants of *Erwinia carotovora* subsp. *betavasculorum* deficient in export of pectolytic enzymes with potential for biological control of potato soft rot. Applied and Environmental Microbiology 60(7): 2278-2285.

Costa, H. S., K. L. Robb, and C. A. Wilen. 2001. Increased persistence of *Beauveria bassiana* spore viability under high ultraviolet-blocking greenhouse plastic. HortScience 36(6): 1082-1084.

Coventry. E., R. Noble, A. Mead, F. R. Marin, J. A. Perez, and J. M. Whipps. 2006. *Allium* white rot suppression with composts and *Trichoderma viride* in relation to sclerotia viability. Phytopathology 96(9): 1009-1020.

Croft, B. A. and L. B. Coop. 1998. Heat units, release rate, prey density, and plant age effects on dispersal by *Neoseiulus fallacies* (Acari: Phytoseiidae) after inoculation into strawberry. Journal of Economic Entomology 91(1): 94-100.

Cronin, D., Y. Moenne-Loccoz, A. Penton, C. Dunne, D. N. Dowling, and F. O'Gara. 1997. Ecological interaction of a biocontrol *Pseudomonas fluorescens* strain producing 2,4-diacetylphloroglucinol with the soft rot potato pathogen *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*. FEMS Microbiology Ecology 23(2): 95-106.

Csizinsky, A. A., D. J. Schuster, and J. B. Kring. 1995. Color mulches influence yield and insect pest populations in tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(5): 778-784.

Csizinszky, A. A., D. J. Schuster, and J. B. Kring. 1997. Evaluation of color mulches and oil sprays for yield and for the control of silver leaf whitefly *Bemisia argentifolii* (Bellows and Perring) on tomatoes. Crop Protection 16(5): 475-481.

Csizinszky, A. A., D. J. Schuster, and J. E. Polston. 1999. effect of ultraviolet-reflective mulches on tomato yields and on silverleaf whitefly. HortScience 34(5): 911-914.

Cubero, J. I. 1983. Parasitic diseases in *Vicia faba* L. with special reference to broomrpe (*Orobanche crenata* Forsk). In: P. D. Hebblethwaite (Ed.). The Faba Bean (*Vicia faba* L.): A Basis for Improvement; pp. 493-421. Butterworths, London. 573 p.

Daayf, F., A. Schmitt, and R. R. Bélanger. 1995. The effects of plant extracts of *Reynoutria sachalinensis* on powdery mildew development and leaf physiology of long English cucumber. Plant Disease 79(6): 577-580.

Daayf, F., A. Schmitt, and R. R. Bélanger. 1997. Evidence of phytoalexins in cucumber leaves infected with powdery mildew following treatment with leaf extract of *Reynoutria sachalinensis*. Plant Physiology 113(3): 719-727.

Daayf, F., M. Ongena, R. Boulanger, I. El-Hadrami, and R. R. Bélanger. 2000. Induction of phenolic compounds in two cultivars of cucumber by treatment of healthy and powdery mildew-infected plant with extracts of *Reynoutriia sachalinensis*. J. Chem. Ecol. 26(7): 1579-1593.

Daniell, I. R. and C. L. Falk. 1994. Economic comparison of *Phytophthora* root rot control methods. Crop Protection 13(5): 331-336.

Dann, E. K. and B. J. Deverall. 1996. 2,6-dichloro-isonicotinic acid (INA) induces resistance in green beans to the rust pathogen, *Uromyces appendiculatus*, under field conditions. Australasian Plant Pathology 25(3): 199-204.

Dann, E. K. and S. Muir. 2002. Peas grown in media with elevated plant-available silicon levels have higher activities of chitinase and β-1,3-glucanase, and less susceptible to a fungal leaf spot pathogen and accumulate more foliar silicon. Australasian Plant Pathology 31(1): 9-13.

Da Rocha, A. B. and R. Hammerschmidt. 2005. History and perspectives on the use of disease resistance inducers in horticultural crops. HortTechnology 15(3): 518-529.

Das, M. and L. C. Bora. Biological control of bacterial wilt of tomato caused by *Ralstonia solanacearum*. J. Agric. Sci. Soc. North-East India 13(1): 52-55.

Date, H.; H. Nasu, and M. Hatamoto. 1994. Breakdown of resistance of eggplant rootstock (*Solanum torvum* Swartz) to bacterial wilt by high ambient temperature. Annals of the Phytopthological Society of Japan 60(4): 483-486. c. a. Rev. Plant. Path. 76(1): 486.

Daugaard, H. 1998. Cultural methods for controlling *Botrytis cinerea* Pers. in strawberry. Biological Agricultural & Horticulture 16(4): 351-361.

Davis, J. R. 1991. Soil solarization: yield and quality benefits for potato in a temperate climate-short- and long-term effects and integrated control. In: FAO Plant Production and Protection Paper 109. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, Italy.

Davis, J. R., J. C. Stark, L. H. Sorensen, and A. T. Schneider. 1994. Interactive effects of nitrogen and phosphorus on Verticillum wilt of Russet Burbank potato. Amer. Potato. J. 71(7): 467-481.

Davis, R. M., J. J. Hao, M. K. Romberg, J. J. Nunez, and R. F. Smith. 2007. Efficacy of germination stimulants of sclerotia of *Sclerotium cepivorum* for management of white rot of garlic. Plant Disease 91(2): 204-208.

De Boer, M., P. Bom, F. Kindt, J. J. B. Keurentjes, I. van der Sluis, L C. van Loon, and P. A. H. M. Bakker. 2003. Control of fusarium wilt of radish by combating *Pseudomonas putida* strains that have different disease-suppressive mechanisms. Phytopathology 93: 626-632.

De Cal, A. and P. Melgarejo. 2001. Repeated applications of *Penicillium oxalicum* prolongs biocontrol of fusarium wilt of tomato plants. Europ. J. Plant Pathol. 107(8): 805-811.

De Cal, A., S. Pascual, R. Garcia-Lepe, and P. Melgarejo. 1997. Biological control of *Fusarium* wilt of tomato. Bulletin OILB/SROP 20(4): 63-70.

De Cal, A., S. Pascual, and P. Melgarejo. 1997. Involvement of resistance induction by *Penicillium oxalicum* in the biocontrol of tomato wilt. Plant Pathology 46(1): 72-79.

De Cal, A., R. Garcia-Lepe, S. Pascual, and P. Melgarejo. 1999. Effects of timing and method of application of *Penicillium oxalicum* on efficacy and duration of control of Fusarium wilt of tomato. Plant Pathology 48(2): 260-266.

De Cal, A., R. Garcia-Lepe, and P. Melgarejo. 2000. Induced resistance by *Penicillium oxalicum against Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*: histological studies of infected and induced tomato stems. Phytopthology 90(3): 260-268.

De Centurion, M. A. P., H. Kimati, and G. T. Pereira. 1994. Mechanisms of action of antagonists selected for the biological control of bean rust (*Uromyces phaseoli* (Reben.) Wint.). (In Portugese with English summary). Cientifica (Jaboticabal) 22(2): 163-175. c. a. Rev. Plant. Path. 76(4): 2900; 1997.

De Jonghe, K., D. Hermans, and M. Hofte. 2007. Efficacy of alcohol alkoxylate surfactants differing in the molecular structure of the hydrophillic portion to control *Phytophthora nicotianae* in tomato substrate culture. Crop Protection 26(10): 1524-1531.

De la Fuente, L., B. B. Landa, and D. M. Weller. 2006. Host crop affects rhizosphere colonization and competitiveness of 2,4-diacetylphloroglucinol-producing *Pseudomonas fluorescens*. Phytopathology 96(7): 751-762.

Delaney, T. P., S. Uknes, B. Vernooij, L. Friedrich, K. Weymann, D. Negrotto, T. Gaffney, M. Gut-Rella, H. Kessmann, E. Ward, and J. Ryals. 1994. A central role of salicylic acid in plant disease resistance. Science (Washington) 266 (5188): 1247-1250.

De Lima, G. S., I. P. Assuncao, and S. M. A. de Oliveira. 1998. Effect of treatment of melon fruits (*Cucumis melo* L.) with different calcium sources on rot caused by *Myrothecium roridum*. (In Portuguse with English summary). Summa Phytopathologica 24(3/4): 276-279.

De Meyer, G., K. Capieau, K. Audenaert, A. Buchala, J. P. Metraux, and M. Hofte. 1999.

Nanogram amounts of salicylic acid produced by the rhizobacterium *Pseudomonas aeruginosa* 7NSK2 activate the systemic acquired resistance pathway in bean. Molecular Plant-Microbe Interactions 12(5): 450-458.

Demir, S., A. Gul, and E. Onogur. 1999. The effect of sodium bicarbonate on powdery mildew in tomato. Acta. Hort. No. 491: 449-452.

DeVay, J. E. 1991a. Historical review and principles of soil solarization. In: FAO Plant production and Protection Paper 109. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.

DeVay, J. E. 1991b. Use of soil solarization for control of fungal and bacterial plant pathogens including biocontrol. In: FAO Plant Production and Protection Paper 109. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

DeVay, J. E., J. J. Stapleton, and C. L. Elmore. (eds.). 1991. Soil solarization. FAO Plant Production and Protection Paper 109. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Devlin, R. M. 1975. Plant physiology. D. Van Nostrand Co., N. Y. 600 p.

Dhanvantari, B. N. and A. P. Papadopoulos. 1995. Suppression of bacterial stem rot (*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*) by a high potassium-to-nitrogen ratio in the nutrient solution of hydroponically grown tomato. Plant Dis. 79(1).

Dhanvantari, B. N. and R. J. Brown. 1993. Improved seed treatments for control of bacterial canker of tomato, Canad. J. Plant Path. 15(3): 201-205.

Dias, R. de C. S., B. Picó, J. Herraiz, A. Espinós, and F. Nuez. 2002. Modifying root structure of cultivated muskmelon to improve vine decline resistance. HortScience 37(7): 1092-1097.

Diaz, B. M., R. Biurrun, A. Moreno, M. Nebreda, and A. Fereres. 2006. Impact of ultraviolet-blocking plastic films on insect vectors of virus diseases infesting crisp lettuce. HortScience. 41(3): 711-716.

Diez, M. J., S. Roselló, F. Nuez, J. Costa, A. Lacasa, and M. S. Catalá. 1999. Tomato production under mesh reduces crop loss to tomato spotted wilt virus in some cultivars. HortScience 34(4): 634-637.

DiFonzo, C. D., D. W. Ragsdale, E. B. Radcliffe, and E. E. Banttari. 1994. Susceptibility to potato leafroll virus in potato: effect of cultivar, plant age at inoculation, and inoculation pressure on tuber infection. Plant Disease 78(12): 1173-1177.

DiFonzo, C. B., D. W. Ragsdale, and E. B. Radcliffe. 1995. Potato leafroll virus spread in differentially resistant potato cultivars under varying aphid densities. Amer. Potato J. 72(2): 119-132.

DiFonzo, C. D., D. W. Ragsdale, E. B. Radcliffe, N. C. Gudmestad, and G. A. Secor. 1996. Crop borders reduce potato virus Y incidence in seed potato. Ann. Appl. Biol. 129(2): 289-302.

Dik, A J. and Y. Elad. 1999. Comparison of antagonists of *Botrytis cinerea* in greenhouse-grown cucumber and tomato under different climatic conditions. European Journal of Plant Pathology 105(2): 129-137.

Dik, A. J., M. A. Verhaar, and R. R. Bélanger. 1998. Comparison of three biological control agents against cucumber powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in semi-commercial-scale glasshouse trials. European Journal of Plant Pathology 104(4): 413-423.

Dik, A. J., G. Koning, and J. Kohl. 1999. Evaluation of microbial antagonists for biological control of *Botrytis cinerea* stem infection in cucumber and tomato. European Journal of Plant Pathology 105(2): 115-122.

Dixon, G. R. 1981. Vegetable crop diseases. Avi Pub. Co. Inc., Westport Connecticut. 404 p.

Dixon, G. R. 1996. Repression of the morphogenesis of *Plasmodiophora brassicae* Wor. By boron - a review. Acta Horticulturae No. 407: 393-401.

Dorman, H. J. D. and S. G. Deans. 2000. Antimicrobial agents from plants. Antibacterial activity of plant volatile oils. J. App. Microbiol. 88(2): 308-316.

Duffus, J. E. 1987. Whitefly transmission of plant viruses. Current Topics in Vector Research 4: 73-91. Springer-Verlag. N. Y.

Duffy, B. K. and G. Défago. 1999. Macro-and-microelement fertilizers influence the severity of fusarium crown and root rot of tomato in soilless production system. HortScience 34(2): 287-291.

Duijff, B. J., D. Pouhair, C. Olivain, C. Alabouvette, and P. Lemanceau. 1998. Implication of systemic induced resistance in the suppression of *Fusarium* wilt of tomato by *Pseudomonas fluorescens* WCS417r and by nonpathogenic *Fusarium oxysporum* Fo47, Europ. J. Plant Pathol. 104(9): 903-910.

Durrant, W. E. and X. Dong. 2004. Systemic acquired resistance. Ann. Rev. Phytopathol. 42: 185-209.

Easterbrook, M. A., A. M. E. Crook, J. V. Cross, and D. W. Simpson. 1997. Progress towards integrated pest management on strawberry in the United Kingdom. Acta Horticulturae No. 439: 899-904.

Eden, M. A., R. A. Hill, and A. Stewart. 1996. Biological control of *Botrytis* stem infection of greenhouse tomatoes. Plant Pathology 45(2): 276-284.

Ehret, D. L., C. Koch, J. Menzies, P. Sholberg, and T. Garland 2001. Folior sprays of clay reduce the severity of powdery mildew on long English cucumber and wine grapes. HortScience 36(5): 934-936.

Eikemo, H., A. Stensvand, and A. M. Tronsmo. 2003. Induced resistance as a possible means to control diseases of strawberry caused by *Phytophthora* spp. Plant Dis. 87(4): 345-350.

Ekanayake, H. M. R. K. and N. J. Jayasundara. 1994. Effect of *Paecilomyces lilacinus* and *Beauveria bassiana* in controlling *Meloidogyne incognita* on tomato in Sri Lanka. Nematologia Mediterranea 22(1): 87-88.

El Abyad, M. S., M. A. El Sayed, A. R. El Shanshoury, and S. M. El Sabbagh. 1993. Towards the biological control of fungal and bacterial diseases of tomato using antagonistic *Streptomyces* spp. Plant and Soil 149(2): 185-195.

Elad, Y. 2000. *Trichoderma harzianum* T39 preparation for biocontrol of plant diseases – control of *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia sclerotiorum*, and *Cladosporium fulvum*. Biocontrol Science and Technology 10(4): 499-507.

Elad, Y. and D. Shtieberg. 1994. Effect of compost water extracts on grey mould (*Botrytis cinerea*). Crop Protection 13(2): 109-114. (c. a. Rev. Plant Path. 1994, 73: 4477).

Elad, Y., H. Yunis and H. Volpin. 1993. Effect of nutrition on susceptibility of cucumber, eggplant, and pepper crops to *Botrytis cinerea*. Canad. J. Bot 71(4): 602-608.

Elad, Y., G. Zimand, Y. Zaqs, S. Zuriel, and I. Chet. 1993. Use of *Trichoderma harzianum* in combination or alternation with fungicides to control cucumber grey mould

(Botrytis cinerea) under commercial greenhouse conditions. Plant Pathol. 42(3): 324-332.

Elad, Y., J. Kohl, and N. J. Fokkema. 1994. Control of infection and sporulation of *Botrytis cinerea* on bean and tomato by saprophytic yeasts. Phytopathology 84(10): 1193-1200.

Elad, Y., M. L. Gullino, D. Shtienberg, and C. Aloi. 1995. Managing *Botrytis cinerea* on tomatoes in greenhouses in the Mediterranean. Crop Protection 14(2): 105-109.

Elad, Y., B. Kirshner, N. Yehuda, and A. Sztejnberg. 1998. Management of powdery mildew and gray mould of cucumber by *Trichoderma harzianum* T39 and *Ampelomcyes quisqualis* AQ10. BioControl 43(2): 241-251.

El-Farnawany, M. and S. Shama. 1996. Biological control of *Rhizoctonia solani* affecting bean seedling damping-off. Alex. J. Agric. Res. 41(1): 253-260.

El-Ghaouth, A., J. Arul, J. Grenier, N. Benhamou, A. Asselin, and R. Bélanger. 1994. Effect of chitosn on cucumber plants: suppression of *Pythium aphanidermatum*. Phytopathology. 84(3): 313-320.

El-Helaly, A. F., H. Elarosi, M. D. Hassouna, and O. A. Al-Menoufi. 1973. *Orobanche* spp. in Egypt. Egypt. J. Phytopathol. 5: 1-8.

Ellil, A. H. A. A., N. G. H. Awad, and S. T. A. El-Haleem. 1998. Biocontrol of vegetable root rot disease by *Trichoderma harzianum* and *T. viride*: role of sugars, protein and amino acids in host resistance. African J. Mycol. Biotechnol. 6(2): 25-41.

Ellis, M. A. 1996. New directions in research on fruit fungal pathogens, pp. 42-74. In: M. P. Pritts, C. K. Chandler, and T. E. Crocker (eds.). Proceedings of the IV North American strawberry conference. University of Florida, Gainesville.

Ellis, M. A., W. F. Wilcox, and L. V. Madden. 1998. Efficacy of metalaxyl, fosetyl-aluminum, and straw mulch for control of strawberry leather rot caused by *Phytophthora cactorum*. Plant Dis. 82: 329-332.

Ellis, R. J., T. M. Mimms-Wilson, J. E. Beringer, D. Rhodes, A. Renwick, L. Stevenson, and M. J. Bailey. 1999. Ecological basis for biocontrol of damping-off disease by *Pseudomonas fluorescens* 54/96. Journal of Applied Microbiology 87(3): 454-462.

Elmer, W. H. and F. J. Ferrandino. 1991. Effect of black plastic mulch and nitrogen side-dressing on verticillium wilt of eggplant. Plant Dis. 75: 1164-1167.

Elmore, C. L. 1991. Effect of soil solarization on weeds. In: FAO Plant Production and Protection Paper 109. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

El-Tarabily, K. A. 2006. Rhizosphere-comptent isolates of streptomycete and non-streptomycete actinomycetes capable of producing cell-wall-degrading enzymes to control *Pythium aphanidermatum* damping-off disease of cucumber. Canad. J. Bot. 84(2): 211-222.

El-Tarabily, K. A., M. H. Soliman, A. H. Nassar, H. A. Al-Hassani, K. Sivasithamparam, F. McKenna, and G. E. St. J. Hardy. 2000. Biological control of *Sclerotinia minor* using a chitinolytic bacterium and actinomycetes. Plant Pathology 49(5): 573-583.

El-Shami, M., D. E. Salem, F. A. Fadl, W. W. Ashour, and M. M. El-Zayat. 1990a. Soil solarization and plant disease managements. II. Effect of soil solarization in comparison with soil fumigation on the management of Fusarium wilt of tomato. Agric. Res. Rev. (Cairo). 68(3): 601-611.

El-Shami, M. A., D. E. Salem, F. A. Fadl, and M. M. El-Zayat. 1990b. Soil solarization and plant disease management. III. Effect of solarization of soil infested with Fusarium wilt pathogen on the growth and yield of tomatoes, Agric. Res. Rev. (Cairo). 68(3): 613-623.

Enaml, Y. and Y. Nakamura. 1996. Influence of *Scheloribates azumaensis* (Acari: Oribatida) on *Rhizoctonia solani*, the cause of radish root rot. Pedobiologia 40(3): 251-254.

Entwistle, A. R. 1990. Root diseases, pp. 103-154. In: H. D. Rabinowitch and J. L. Brewster. (eds.). Onions and allied crops. Vol. II. Agronomy, biotic interactions, pathology, and crop protection. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Erzurum, K. and S. Maden. 1995. Evaluation of various treatments on inducing resistance to Fusarium wilt on melons. Journal of Turkish Phytopathology 24(3): 121-134. c. a. Rev. Plant Path. 76(4): 3058; 1997.

Ester, A. and R. Trul. 2000. Slug damage and control of field slug [*Deroceras reticulatum* (Müller)] by carvone in stored potatoes. Potato Research 43: 253-261.

Esterbrook, M. A., J. D. Fitzgerald, and M. G. Solomon. 2001. Biological control of strawberry tarsonemid mite *Phytonemus pallidus* and two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on strawbeery in the UK using species of *Neoseiulus* (*Amblyseius*) (Acari: Phytoseiidae). Experimental & Applied Acarology 25(1): 25-36.

Estevez de Jensen, C., J. A. Percich, and P. H. Graham 2002. Integrated management strategies of bean root rot with *Bacillus subtilis* and *Rhizobium* in Minnesota. Field Crops Res. 74(2/3): 107-115.

Etebarian, H. R., E. S. Scott, and T. J. Wicks. 2000. *Trichoderma harzianum* T39 and *T. virens* DAR 74209 as potential biological control agents for *Phytophthora erythroseptica*. Europ. J. Plant Path. 106(4): 329-337.

Etebarian, H. R., A. Khairi, A. Roustaei, G. H. Khodakaramian, and H. Aminian. 2007. Evaluation of *Pseudomonas isolates* for biological control of charcoal stem rot of melon caused by *Macrophomina phaseolina*. Acta Hort. No. 761: 157-162.

Evans, K. A. 1993. Effects of the addition of chitin to soil on soil-borne pests and diseases. Crop Protection in Northern Britan 1993: 189-194. (c. a. Field Crops Abstr. 1994. 47: 1713).

Everaarts, A. P. 1994. Nitrogen fertilization and head rot in broccoli. Netherlands J. Agric. Sci. 42(3): 195-201. (c. a. Rev. Plant Path. 1995. 74: 5002).

Ezziyyani, M., M. E. Requena, C. Egea-Gilabert, and M. E. Candela. 2007. Biological control of *Phytophthora* root rot of pepper using *Trichoderma harzianum* and *Streptomyces rochei* in combination. J. Phytopathol. 155(6): 342-349.

Fahima, T. and Y. Henis. 1995. Quantitative assessment of the interaction between, the antagonistic fungus *Talaromyces flavus* and the wilt pathogen *Verticillium dahliae* on eggplant roots. Plant and Soil 176(1): 129-137.

Fallik, E., O. Ziv, S. Grinberg, S. Alkalai, and J. D. Klein. 1997. Bicarbonate solutions control powdery mildew (*Leveillula taurica*) on sweet red pepper and reduce the development of postharvest fruit rotting. Phytoparasitica 25(1): 41-43.

Fallik, E., S. Grinberg, and O. Ziv. 1997. Potassium bicarbonate reduces postharvest decay development on bell pepper fruits. J. Hort. Sci. 72(1): 35-41.

Fallik, E., D. D. Archbold, T. R. Hamilton-Kemp, A. M. Clements, R. W. Collins, and M. M. Barth. 1998. (E)-2-hexenal can stimulate *Botrytis cinerea* growth in vitro and on strawberries in vivo during storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123(5): 875-881.

Faria, M. and S. P. Wraight. 2001. Biological control of *Bemisia tabaci* with fungi. Crop Protection 20(9): 767-778.

Fawe, A., M. Abou-Zaid, J. G. Ménzies, and R. R. Bélanger. 1998. Silicon-mediated accumulation of flavonoid phytoalexins in cucumber. Phytopathology 88: 396-401.

Fehr, W. R. 1987. Principles of cultivar development. Vol. 1. Theory and technique. Macmillan Pub. Co., N. Y. 536 p.

Fereres, A. 2000. Barrier crops as a cultural control measure of non-persistently transmitted aphid-borne viruses. Virus Research 71(1/2): 221-231.

Feussner, I., I. G. Fritz, B. Hause, W. R. Ullrich, and C. Wasternack. 1997. Induction of new lipoxygenase form in cucumber leaves by salicylic acid or 2,6-dichloroisonicotinic acid. Botanica Acta 110(2): 101-108. c. a. Rev. Plant Path. 76(11): 9055; 1997.

Fiume, F. 1994. The use of a plastic tunnel for soil solarization in protected crops in southern Italy. (In Italian with English summary). Informatore Fitopatologico 44(3): 52-57. (c. a. Rev. Plant. Path. 1994, 73: 7961).

Flaherty, J. E., J. B. Jones, B. K. Harbaugh, G. C. Somodi, and L. E. Jackson. 2000. Control of bacterial spot on tomato in the greenhouse and field with H-mutant bacteriophages. HortScience 35(5): 882-884.

Flori, P. and R. Roberti. 1993. Treatment of onion bulbs with antagonistic fungi for the control of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*. (In Italian with English summary). Difesa della Piante 16(4): 5-12. c. a. Rev. Plant Path. 74(9): 5738, 1995.

Forster, H., J. E. Adaskaveg, D. H. Kim, and M. E. Stanghellini. 1998. Effect of phosphite on tomato and pepper plants and on susceptibility of pepper to phytophthora root and crown rot in hydroponic culture. Plant Disease 82(10): 1165-1170.

Foy, C. L. and R. Jain. 1986. Recent approaches for control of parasitic weeds. Arab. J. Plant Prot. 4: 136-144.

Franklin, J. A. 1986. Plant quarantine as an important means for prevnting the spread of new pests. Arab. J. Plant Protection 4: 63-69.

Freeman, S., A. Zveibil, H. Vintal, and M. Maymon. 2002. Isolation of nonpathogenic mutants of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* for biological control of fusarium wilt in cucurbits. Phytopathology 92: 164-168.

Frey, S. and T. L. W. Carver. 1998. Induction of systemic resistance in pea to pea powdery mildew by exogenous application of salicylic acid. J. Phytopathol. 146(5/6): 239-245.

Fryer, J. D. and R.J. Makepeace (Eds.). 1978. (8th ed.). Weed control handbook. Vol. II. Recommendation. Blackwell Sci. Pub., Oxford. 532 p.

Fuchs, M., J. R. McFerson, D. M. Tricoli, H. R. McMaster, R. Z. Deng, M. L. Boeshore, J. F. Reynolds, P. F. Russell, H. D. Quemada, and D. Gonsalves. 1997. Cantaloupe line CZW-30 containing coat protein genes of cucumber mosaic virus, zucchini yellow mosaic virus, and watermelon mosaic virus-2 is resistant to these three viruses in the field. Molecular Breeding 3(4): 279-290.

Fuchs, J. G., Y. Moenne-Loccoz, and G. Défago. 1997. Nonpathogenic *Fusarium oxysporum* strain Fo47 induces resistance to Fusarium wilt in tomato. Plant Dis. 81: 492-496.

Fullerton, R. A., A. Stewart, and E. A. Slade. 1995. Use of demethylation inhibiting fungicides (DMIFs) for the control of onion white rot (*Sclerotium cepivorum* Berk.) in New Zealand. Journal of Crop and Horticultural Science 23(2): 121-125.

Funderburk, J., J. Stavisky, and S. Olson. 2000. Predation of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) in field peppers by *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocaridae). Environmental Entomology 29(2): 376-382.

Furuya, N., S. Yamasaki, M. Nishioka, I. Shiraishi, K. Ilyama, and N. Matsuyama. 1997. Antimicrobial activities of pseudomonads againset plant pathogenic organisms and efficacy of *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 7700 against bacterial wilt of tomato. Ann. Phytopathol. Soc. Jap. 63(6): 417-424.

Gabarra, R., C. Castané, and R, Albajes. 1995. The mirid bug *Dicyphus tamaninii* as a greenhouse whitelfy and western flower thrips predator on cucumber. Biocontrol Science and Technology 5(4): 475-488.

Gamil, N. A. M. 1995a. Induced resistance in squash plants against powdery mildew by cobalt and phosphate sprays. Annals of Agricultural Sciences, Moshtohor 33(1): 183-194.

Gamil, N. A. M. 1995b. Aspirin induces resistance to powdery mildew in squash plants. Annals of Agricultural Science, Mohtohor 33(2): 681-691.

Gamliel, A. and J. Katan. 1991. Involvement of fluorescent Pseudomonads and other microorganisms in increased growth response of plants in solarized soils. Phytopathology 81: 494-502.

Gamliel, A. and J. Katan. 1992a. Chemotaxis of fluorescent Pseudomonads towards seed exudates and germinating seeds in solarized soil. Phytopathology 82: 328-332.

Gamliel, A. and J. Katan. 1992b. Influence of seed and root exudates on fluorescent Pseudomoads and fungi in solarized soil. Phytopathology 82: 320-327.

Gamliel, A. and J. J. Stapleton. 1993. Effect of chicken compost or ammonium phospahate and solarization on pathogen control, rhizosphere microorganisms, and lettuce growth. Plant Dis. 77: 886-891.

Garcia-Lepe, R., P. Rodriguez, A. de Cal, F. Garcia-Olmedo, and P. Melgarejo. 1998. Induced resistance against Fusarium wilt of tomato by *Penicillium oxalicum* is not associated to pathogenesis-related proteins. IOBC/WPRS Bulletin OILB/SROP 21(9): 123-127.

Garcia-Mari, F. and J. E. Gonzalez-Zamora. 1999. Biological control of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) with naturally occurring predators in strawberry plantings in Valencia, Spain. Experimental & Applied Acarology 23(6): 487-495.

Gerlagh, M., H. M. G. van de Geijn, N. J. Fokkema, and P. F. G. Vereijken. 1999. long-term biosanitation by application of *Coniothyrium minitans* on *Sclerotinia sclerotiorum* infected crops. Phytopathology 89(2): 141-147.

Germain, H., E. Chevalier and D. P. Matton. 2006. Plant bioactive peptides: an expanding class of signaling molecules. Can. J. Bot. 84: 1-19.

Ghini, R., W. Bettiol, C. A. Spadotto, G. E. de Moraes, L. C. Paraiba, and J. L. de C. Mineiro. 1993. Soil solarization for the control of tomato and eggplant verticillium wilt and its effect on weed and micro-arthopod communities. Summa Phytoparasitica 19(3-4): 183-189 (c. a. Rev. Plant Path. 1995, 74: 367).

Ghoshen, H. Z., K. M. Hameed, M. A. Turk, and A. F. Al-Jamali. 1999. Olive (*Olea europea*) jift suppresses broomrape (*Orobanche* spp.) infection in faba bean (*Vicia faba*), pea (*Pisum sativum*), and tomato (*Lycopersicon esculentum*). Weed Technology 13(3): 457-460.

Giannakou, I. O., I. A. Anastasiadis, S. R. Gowen, and D. A. Prophetou-Athanasiadou. 2007.

Effects of a non-chemical nematicide combined with soil solarization for the control of root-knot nematodes. Crop Protechion 26: 1644-1654.

Gibbs, A. and B. Harrison. 1976. Plant virology: the principles. Edward Arnold, London. 392 p.

Giorgini, M. and G. Viggiani. 1994. Results of an integrated control trial against *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae) on fresh tomatoes in protected cultivation (second crop). (In Italian with English summary). Informatore Fitopatologico 44(7-8): 49-53. (c. a. Hort. Abstr. 66: 1457, 1996).

Gleason, M. L., E. J. Braun, W. M. Carlton, and R. H. Peterson. 1991. Survival and dissemination of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in tomatoes. Phytopthology 81: 1519-1523.

Gleason, M. L., R. D. Gitaitis, and M. D. Ricker. 1993. Recent progress in understanding and controlling bacterial canker of tomato in Eastern North America. Plant Disease 77(11): 1069-1076.

Godard, J. F., S. Ziadi, C. Monot, D. le Corre, and D. Silué. 1999. Benzothiadiazole (BTH) induces resistance in cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) to downy mildew of crucifers caused by *Peronospora parasitica.* Crop Protection 18(6): 397-405.

Godfrey, S. A. C., M. W. Silby, P. G. Falloon, and H. K. Mahanty. 2000. Biological control of *Phytophthora megasperma* var. *sojae*, causal agent of Phytophthora rot of asparagus by *Pseudomonas aureofaciens* PA147-2: a preliminary field trial. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Society 28(2): 97-103.

Gomes, A. M. A., A. R. Peixoto, R. L. R. Mariano, and S. J. Michereff. 1996. Effect of bean seed treatment with fluorescent *Pseudomonas* spp. on *Rhizoctonia solani* control. (In Portuguese with English summary). Arquivos de Biologia Tecnologia 39(3): 537-545. (c. a. Rev. Plant Path. 77: 1196, 1998).

Gomez, J., I. Cuadrado, and V. Velasco. 1993. Melon necrotic spot virus (MNSV) in Almeria. II. The effects of soil disinfection on MNSV. (In Spanish with English summary). Boletin de Sanidad Vegetal, Plagas 19(2): 179-186.

Gondim, D. M. F., D. Terao, A. S. Martins-Miranda, I. M. Vasconcelos, and J. T. A. Oliveira. 2008.Benzo-thiazole-7-carbothioic acid S-methyl ester does not protect melon fruits against *Fusarium pallidoroseum* but induces defense responses in melon seedlings. J. Phytopathol. 156(10): 607-614.

González-Torres, R., J. M. Meléro-Vara, J. Gómez-Váz-Quez, and R. M. Jiménez-Diaz. 1993. The effects of soil solarization and soil fumigation on fusarium wilt of watermelon grown in plastic house in south-eastern Spain. Palnt Pathology 42(6): 858-864.

Gooding, G. V., Jr. 1975. Inactivation of tobacco mosaic virus in tomato seed with trisodium orthophosphate and sodium hypochlorite. Plant Disease Reporter 59: 770-772.

Granges, A. and A. Léger. 1995. Seven years of experiments on biological integrated control on tomatoes and cucumbers under glass at the Fougeres Centre at Conthey. (In French). Revue Suisse de Viticulture, d'Arboriculture ey d'Horticulture 27(3): 189-191. c. a. Hort. Abstr. 66(4): 3285; 1996.

Gravel, V., C. Martinez, H. Antoun, and R. J. Tweddell. 2006. Control of greenhouse tomato root rot (*Pythium ultimum*) in hydroponic systems, using plant-growth-promoting microorganisms. Cand. J. Plant Pathol. 28(3): 475-474.

Greathead, A. H. 1986. Host plants. In: M. J. W. Cook (Ed.) *Bemisia tabaci* – A Literature Survey; pp. 17-25. International Institute of Biological Control, U.K.

Green, S. K. 1991. Guidelines for diagnostic Research and Development Center. (2nd ed.). Tech. Bul. No. 15. 63 p.

Greenough, D. R., L. L. Black, and W. P. Bond. 1990. Alumunum-mulch: an approach to the control of tamato spotted wilt virus in solanaceous crops. Plant Dis. 74: 805-808.

Greenleaf, W. H. 1986. Pepper breeding, pp. 67-134. In: M. J. Bassett. (Ed.). Breeding vegetable crops. Avi. Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut.

Griesbach, E. and V. Sotirova. 2002. Induction of resistance to *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* by pre-inoculation of young tomato plants under field conditions in Bulgaria. Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 109(3): 264-278. c. a. Hort. Abstr. 72(11): 10175; 2002.

Guleria, S., B. S. Sohal, K. L. Bajaj, and A. P. S. Mann. 2001. Elicitation enzyme activity and phenols by salicylic acid and γ-aminobutyric acid in pea leaves. Plant Dis. Res. 16(2): 158-165.

Gullino, M. L., A. Camponogara, G. Gasparrini, V. Rizzo, C. Clini, and A. Garibaldi. 2003. Replacing methyl bromide for soil disinfestation. Plant Disease 87(9): 1012-1021.

Gupta, V. P., H. Bochow, S. Dolej, and I. Fischer. 2000. Plant growth-promoting *Bacillus subtilis* strain as potential inducer of systemic resistance in tomato against Fusarium wilt. Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenshutz 107(2): 145-154.

Haas, D. and C. Keel. 2003. Regulation of antibiotic production in root-colonizing *Pseudomonas* spp. and relevance for biological control of plant disease. Ann. Rev. Phytopathol. 41: 117-153.

Haberele, R. and E. Schlosser. 1993. Protective and curative effects of Telmion on *Sphaerotheca fuliginea* on cucumber. Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen. Universiteit Gent 58(3b): 1461-1467. c. a. Rev. Plant Path. 73(12): 8012; 1994.

Hacisalihoglu, G., J. Pingsheng, L. M. Longo, S. Olson, and T. M. Momol. 2007. Bacterial wilt induced changes in nutrient distribution and biomass and the effect of acibenzolar-S-methyl on bacterial wilt in tomato. Crop Protection 26(7): 978-982.

Hallmann, J., A. Quadt-Hallmann, W. G. Miller, R. A. Sikora, and S. E. Lindow. 2001. Endophytic colonization of plants by the biocontrol agent *Rhizobium etli* G12 in relation to *Meloidogyne incognita* infection. Phytopathology 91: 415-422.

Hammerschmidt, R. and J. S. Becker. 1997. Acquired resistance to disease in plants. Hort. Rev. 18: 247-289.

Hammerschmidt, R., J. P. Métraux, and L. C. van Loon. 2001. Inducing resistance: a summary of papers presented at the first international symposium on induced resistance to plant diseases, Corfu, May 2000. Europ. J. Plant Pathol. 107: 1-6.

Han, J. S. 1990. Use antitranspirant epidermal coatings for plant protection in China. Plant Dis. 74: 263-266.

Hanna, H. Y., P. D. Colyer, T. L. Kirkpatrick, D. J. Romaine, and P .R. Vernon. 1994a. Feasibility of improving cucumber yield without chemical control in soils susceptible to nematode buildup. HortScience 29(10): 1136-1138.

Hanna, H. Y., P. D. Colyer, T. L. Kirkpatrik, D. J. Romaine and P. R. Vernon. 1994b.

Improving yield of cucumbers in nematode-infested soil by double-cropping with a resistant tomato cultivar, using transplants and nematicides. Proccedings of the Florida State Horticultural Society 106: 163-165.

Hannusch, D. J.and G. J. Boland. 1996. Interactions of air temperature, relative humidity and biological control agents on grey mold of bean. Europ. J. Plant Path. 102(2): 133-142.

Hannusch, D. J. and G. J. Boland. 1996. Influence of air temperature and relative humidity on biological control of white mold of bean (*Sclerotinia sclerotiorum*). Phytopathogy 86: 156-162.

Harman, G. E. 2000. Myths and dogmas of biocontrol: changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. Plant Disease 84(4): 377-393.

Harman, G. E. 2006. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. Phytopathology 96(2): 190-194.

Harrier, L. A. and C. A. Watson. 2003. The role of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable cropping systems. Adv. Agron. 20: 185-225.

Harris. A. R., D. A. Schisler, M. H. Ryder, and P. G. Adkins. 1994. Bacteria suppress damping-off caused by *Pythium ultimum* var. *sporangiiferum*, and promote growth, in bedding plants. Soil Biology & Biochemistry 26(10): 1431-1437. (c. a. Rev. Plant Path. 1995, 74: 2895).

Harris, A. R., D. A. Schisler, R. L. Correll, and M. H. Ryder. 1994. Soil bacteria selected for suppression of *Rhizoctonia solani*, and growth promotion in bedding plants. Soil Biology & Biochemistry 26(9): 1249-1255. (c. a. Rev. Plant Path 1995, 74: 1563).

Harris, A. R. and P. G. Adkins. 1999. Versatility of fungal and bacterial isolates for biological control damping-off disease caused by *Rhizoctonia solani* and *Pythium* spp. Biological Control 15(1): 10-18.

Hartmann, H. T. and D. E. Kester. 1983. (4th ed.). Plant propagation: principles and practices. Prentice/Hall International, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. 727 p.

Hartz, T. K., C. R. Bogle, D. A. Bender, and F. A. Avila. 1989. Control of pink root disease in onion using solarization and fumigation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114: 587-590.

Hartz, T. K., C. R. Bogle, and B. Villalon. 1985. Response of pepper and muskmelon to row solarization. HortScience 20: 699-701.

Hartz, T. K., J. E. De Vay, and C. L. Elmore. 1993. Solarization is an effective soil disinfestation technique for strawberry production. HortScinence 28: 104-106.

Harveson, R. M., J. A. Smith, and W. W. Stroup. 2005. Improving root health and yield of dry beans in the Nebraska Panhandle with a new technique for reducing soil compaction. Plant Dis. 89(3): 279-284.

Hase, S., A. Shimizu, K. Nakaho, S. Takenaka, and H. Takahashi. 2006. Induction of transient ethylene and reduction in severity of tomato bacterial wilt by *Pythium oligandrum*. Plant Pathology 55(4): 537-543.

Hase, S., S. Takahashi, S. Takenaka, K.. Nakaho, T. Arie, S. Seo, Y. Ohashi, and H. Takahashi. 2008. Involvement of jasmonic acid signaling in bacterial wilt disease resistance induced by biocontrol agent *Pythium oligandrum* in tomato. Plant Pathology 57(5): 870-876.

Hass, B., D. M. Glen, P. Brain and L. A. Hughes. 1999. Targeting biocontrol with the slug-

parasitic nematode *Phasmarhabditis hermaphrodita* in slug feeding areas: a model study. Biocontrol Science and Technology 9(4): 587-598.

Hassan, A. A. and J. E. Duffus. 1990. A review of observations and investigations on the yellowing and stunting disorder of cucurbits. Emirates J. Agric. Sci. 2: 1-16.

Hazarika, D. K., A. K. Phookan, K. K. Das, L. N. Dubey, and B. C. Das. 2000. Biological management of black scurf of potato, pp. 401-404. In: S.M.P. Khurana, G.S. Shekhawai, B. P. Singh, and S. K. Pandey (eds.). Potato: global research & development. Indian Potato Association, Shimla, India.

Heckman, J. R., S. Johnston, and W. Cowgill. 2003. Pumpkin yield and disease response to amending soil with silicon. HortScience 38(4): 552-554.

Hepworth, G. and J. R. MacFarlane. 1992. Systematic presence-absence sampling method applied to twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on strawberries in Victoria, Australia. J.. Econ. Entomol. 85(6): 2234-2239.

Herman, M. A. B., B. A. Nault, and C. D. Smart. 2008. Effects of plant growth-promoting rhizobacteria on bell pepper production and green peach aphid infestations in New York. Crop Protection 27(6): 996-1002.

Herman, M. A. B., J. K. Davidson, and C. D. Smart. 2008. Induction of plant defense gene expression by plant activators and *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* in greenhouse-grown tomatoes. Phytopathology 98(11): 1226-1232.

Hermansen, A., G. Brodal, and G. Balvoll. 1999. Hot water treatments of carrot seeds: effects on seed-borne fungi, germination, emergence and yield. Seed Science and Technology 27(2): 599-613.

Hijwegen, T. and M. A. Verhaar. 1995. Effects of cucumber genotype on the induction of resistance to powdery mildew, *Sphaerotheca fuliginea*, by 2,6-dichloroisonictonic acid. Plant Pathology 44(4): 756-762.

Hildebrand, P. D. and K. B. McRae, 1998. Control of clubroot caused by *Plasmodiophora brassicae* with nonionic surfactants. Canad. J. Plant Path. 20(1): 1-11.

Hilje, L. and P. A. Stansly. 2008. Living ground cover for management of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) and tomato yellow mottle virus (ToYMV) in Costa Rica. Crop Protection 27(1): 10-16.

Hoffland, E., J. Hakulinen, and J. A. van Pelt. 1996. Comparison of systemic resistance induced by avirulent and nonpathogenic *Pseudomonas* species. Phytopathology 86: 757-762.

Hoitink, H. A. J., A. G. Stone, and D. Y. Han. 1997. Suppression of plant diseases by composts. HortScience 32(2): 184-187.

Homma, Y. and K. Ohata. 1997. Suppression of Fusarium wilt symptoms in tomato by prior inoculation with other formae specials of *F. oxysporum* and *F. solani*. (In Japanese). Bulletin of the Shikoku Agricultural Experiment Station (Japan), No. 30: 103-114.

Honda, N., M. Hirai, T. Ano, and M. Shoda. 1999. Control of tomato damping-off caused by *Rhizoctonia solani* by the heterotrophic nitrifier *Alcaligenes faecalis* and its product, hydroxylamine. Ann. Phytopathol. Soc. Jap. 65(2): 153-162.

Hong, J. K., B. K. Hwang, and C. H. Kim. 1999. Induction of local and systemic resistance to *Colletotrichum coccodes* in pepper plants by DL-β-amino-n-butyric acid. J. Phytopathol. 147(4): 193-198.

Horinouchi, H., N. Katsuyama, Y. Taguchi, and M. Hyakumachi. 2008. Control of fusarium crown and root rot of tomato in a soil system by combination of a plant growth-promoting fungus, *Fusarium equiseti*, and biodegradable pots. Crop. Protection 27(3-5): 859-864.

Houten, Y. M. van and P. van Stratum. 1995. Control of western flower thrips on sweet pepper in winter with *Amblyseius cucumeris* (Oudemans) and *A. degenerans* Berlese, pp. 245-248. In: B. L. Parker, M. Skinner, and T. Lewis (eds.). Thrips biology and management. Plenum Pub. Co., London.

Hovius, M. H. Y. and M. R. McDonald. 2002. Management of *Allium* white rot (*Sclerotium cepivorum*) in onions on organic soil with soil-applied diallyl disulfide and di-N-propyl disulfide. Canad. J. Plant Pathol. 24: 281-286.

Howard, C. M., A. J. Overman, J. F. Price, and E. E. Albregts. 1985. Diseases, nematodes, mites, and insects affecting strawberries in Florida. University of Florida, Agricultural Experiment Stations. Bull. 857. 52 p.

Huang, H. C., E. Bremer, R. K. Hynes, and R. S. Erickson. 2000. Foliar application of fungal biocontrol agents for the control of white mold of dry been caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. Biological Control 18(3): 270-276.

Huang, H. C., R. S. Erickson, and T. F. Hsieh. 2007. Control of bacterial wilt of bean (*Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*) by seed treatment with *Rhizobium leguminosarum*. Crop Protection 26(7): 1055-1061.

Huang, H. C. and S. Erickson. 2008. Factors affecting biological control of *Sclerotinia selerotiorum* by fungal antagonists. J. Phytopathol. 156(10): 628-634.

Hultberg, M., B. Alsanius, and P. Sundin. 2000. *In vivo* and *in vitro* interactions between *Pseudomonas fluorescens* and *Pythium ultimum* in the suppression of damping-off of tomato seedlings. Biological Control 19(1): 1-8.

Hunt, D. W. A., A. Liptay, and C. F. Drury. 1994. Nitrogen supply during production of tomato transplants affects preference by Colorado potato beetle. HortScience 29(11): 1326-1328.

Hutchinson, C. M., M. E. McGiffen, H. D. Ohr., J. J. Sims, and J. O. Becker. 1999. Evaluation of methyl ioidide as a soil fumigant for root-knot nematode control in carrot production. Plant Dis. 83(1): 33-36.

Hwang, B. K. and C. H. Kim. 1995. Phytophthora blight of pepper and its control in Korea. Plant disease 79(3): 221-227.

Inbar, J., M. Abramsky, D. Cohen, and I. Chet. 1994. Plant growth enhancement and disease control by *Trichoderma harzianum* in vegetable seedlings grown under commercial conditions. European J. Plant Path. 100(5): 337-346.

Ioannou, N. 2001. Integrating soil solarization with grafting on resistant rootstocks for management of soil-borne pathogens of eggplant. J. Hort. Sci. Biotechnol. 76(4): 396-401.

Isakeit, T. and G. Philley. 2007. Disease management. In: Vegetable handbook. <http://aggie-horticulture.tamu.edu/extension/ veghandbook/chapter7/ ch...>.

Ishii, H. 2006. Impact of fungicide resistance in plant pathogens on crop disease control and agricultural environment. JARQ 40(3): 205-211.

Islam, S. Z., Y. Honda, and S. Arase. 1998. Light-induced resistance of broad bean against *Botrytis cinerea*. J. Phytopathol. 146(10): 479-485.

Islam, S. Z., M. Babadoost, and Y, Honda. 2002. Effect of red light treatment of seedlings of pepper, pumpkin, and tomato on the occurrence of phytophthora damping-off. HortScience 37(4): 678-681.

Ismail, A. E. and M. M. A. Youssef. 1997. Influence of some organic manures as soil amendments on development and reproduction of *Rotylenchulus reniformis* infecting eggplant and *Hirschmanniella oryzae* infecting rice. Anzeiger fur Schadlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz 70(3): 58-61. c. a. Hort. Abstr. 67(11): 9556; 1997.

Isshiki, M. 1994. Control of tomato bacterial spot disease by plastic rain shelter in Paraguay. (In Japanese with English summary). Japanese J. Trop. Agric. 38(3): 232-238. (c. a. Rev. Plant Path. 1995, 74: 1555).

Jacobson, R., A. Greenburger, J. Katan, M. Levi, and H. Alon. 1980. Control of Egyptian broomrape (*Orobanche aegyptiaca*) and other weeds by means of solar heating of the soil by polyethylene mulching. Weed Sci. 28: 312-316.

Ivey, P. W. and S. J. Johnson. 1997. Efficacy of *Bacillus thuringiensis* and cabbage cultivar resistance to diamondback moth (Lepidoptera: Yponomeutidae). Florida Entomologist 80(3): 396-401.

Jacobsen, B. J., N. K. Zidack, and B. J. Larson. 2004. The role of *Bacillus*-based biological control agents in integrated pest management systems: plant diseases. Phytopathology 94: 1272-1275.

Jacobson, R. J., P. Croft, and J. Fenlon. 2001a. Suppressing establishment of *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae) in cucumber crops by prophylactic release of *Amblyseius cucumeris* Oudemans (Acarina: Phytoseiidae). Biocontrol Science and Technology 11(1): 27-34.

Jacobson, R. J., D. Chandler, J. Fenlon, and K. M. Russell. 2001b. Compatibility of *Beaveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin with *Amblyseius cucumeris* Oudemans (Acarina: Phytoseiidae) to control *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae) on cucumber plants. Biocontrol Science and Technology 11(3): 391-400.

Jakab, G., V. Cottier, V. Toquin, G. R. Rigoli, L. Zimmerli, J. P. Métraux, and B. Mauch-Mani. 2001. β-Aminobutyric acid-induced resistance in plants. Europ. J. Plant Pathol. 107: 29-37.

Jatala, P. 1985. Biological control of nematodes. In: J. N. Sasser and C. C. Carter (Eds). An Advanced Treatise on *Meloidogyne*. Vol. I. Biology and Control; pp. 303-308. Department of Plant Pathology, N. C. State University, Raleigh, North Carolina.

Javed, M., R. Ahmad, M. Inam-ul-Haq, and T. Mukhtar. 1994. Effect of soil solarization on the population of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, and growth of tomato plants. Pakistan J. Phytopathol. 6(2): 115-119. (c. a. Hort. Abstr. 65: 9859; 1996).

Javed, N., S. R. Gowen, M. Inam-ul-Haq, and S. A. Anwar. 2007. Protective and curative effect of neem (*Azadirachta indica*) formulations on the development of root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in roots of tomato plants. Crop Protection 26(4): 530-534.

Javed, N., S. R. Gowen, M. Inam-ul-Haq, K. Abdullah, and F. Shahina. 2007. Systemic and persistent effect of neem (*Azadirachta indica*) formulations against root-knot nematodes, *Meloidogyne javanica* and their storage life. Crop Protection 26(7): 911-916.

Javaed, N., S. R. Gowen, S. A. El-Hassan, M. Inam-ul-Haq, F. Shahina, and B. Pembroke. 2008. Efficacy of neem (*Azadirachta indica*) formulations on biology of root-knot nematodes (*Meloidogyne javanica*) on tomato. Crop Protection 27(1): 36-43.

Jayaraj, J., A. Wan, M. Rahman, and Z. K. Punja. 2008. Seaweed extract reduces foliar fungal diseases on carrot. Crop Prot. 27(10): 1360-1366.

Jensen, B. D., A. O. Latunde-Dada, D. Hudson, and J. A. Lucas. 1998. Protection of *Brassica* seedlings against downy mildew and damping-off by seed treatment with CGA 245704, an activator of systemic acquired resistance. Pesticide Science 52(1): 63-69.

Jensen, M. H., M. Valenzuela, and D. D. Fangmeier. 1999. Using non-woven floating covers on summer squash for exclusion of whitefly-transmitted gemini viruses. Plasticulture No. 118: 14-19.

Jeong, M. J., S. S. Jang, and C. S. Park. 1997a. Influence of soil pH and salinity on antagonistic activity and rhizosphere competence of biocontrol agents. Korean Journal of Plant Pathology 13(6): 416-420. c. a. Rev. Plant Path. 77(8): 6671; 1998.

Jeong, M. J., S. S. Jang, and H. K. Kim. 1997b. Interactions between biocontrol agents and indigenous microorganisms in rhizosphere of cucumber. Korean Journal of Plant Pathology 13(6): 421-426. c. a. Rev. Plant Path. 77(8): 6672, 1998.

Jeyalakshmi, C., P. Durairaj, K. Seetharaman, and K. Sivaprakasam. 1998. Biocontrol of fruit rot and die-back of chilli using antagonistic microorganisms. Indian Phytopath. 51(2): 180-183. c. a. Rev. Plant Path. 78(4): 2809; 1999.

Ji, P., M. T. Momol, J. R. Rich., S. M. Olson, and J. B. Jones. 2007. Development of an integrated approach for managing bacterial wilt and root-knot on tomato under filed conditions. Plant Disease 91(10): 1321-1326.

Jindal, K. K. and R. Malhotra. 1995. Studies on the management of bacterial spot of bell pepper caused by *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) dye. Plant Disease Research 10(2): 147-152.

JMS Floweer Farms, Inc. 1969. JMS stylet-oil. Vero Beach, Fla, 4 p.

Johnson, A. W. 1985. The role of nematicides in nematode management. *In* J. N. Sasser and C. C. Carter (Eds) "An Advanced Treatise on *Meloidogyne*. Vol. I. Biology and Control: pp, 249-267. Department of Plant Pathology, N. C. State University, Raleigh, N. C.

Johnson, F. 1997. Insect management of strawberries. Document ENY-442, Coop. Ext. Serv., Univ. Florida, Gainesville.

Johnson, D. A., D. A. Inglis, and J. S. Miller. 2004. Control of potato tuber rots caused by oomycetes with foliar applications of phosphorous acid. Plant Disease 88(10): 1153-1159.

Johnson, A. W. and J. R. Young. 1994. Efficacy of fenamiphos formulations applied through irrigation for control of *Meloidogyne incognita* on squash. Journal of Nematology 26(4 Suppl.): 697-700. c. a. Hort. Abstr. 66(2): 1415; 1996.

Jones, E. E. and A. Stewart. 1997. Biological control of *Sclerotinia minor* in lettuce using *Trichoderma* species, pp 154-158. In: M. O'Callaghan. (ed.). Proceedings of the Fifth New Zealand Plant Protection Conference. New Zealand Plant Protection Society, Rotorua, New Zealand.

Justin, C. G. L., R. J. Rabindra, and S. Jayaraj. 1990. *Bacillus thuringiensis* Berliner and some insecticides against the diamond-back moth, *Plutella xylostella* (L.) on cauliflower. Journal of Biological Control 4(1): 40-43.

Kahn, R. P. 1970. International plant quarantine. *In* O. H. Frankel and E. Bennett (Eds.) "Genetic Resources in Plants: Their Exploration and Conservation"; pp. 403-411. Blackwell Sci. Pub., Oxford.

Kaiser, W. J. 1980. Use of thermotherapy to free potato tubers of alfalfa mosaic, potato leaf roll, and tomato black ring viruses. Phytopathology 70: 1119-1122.

Kandan, A., R. R. Commare, R. Nandakumar, M. Ramiah, T. Raguchander, and R. Samiyappan. 2002. Induction of phenyl-propanoid metabolism by *Pseudomonas fluorescens* against tomato spotted wilt virus in tomato. Folia Microbiologica 47(2): 121-129.

Kasuya, M., A. R. Olivier, Y. Ota, M. Tojo, H. Honjo, and R. Fukui. 2006. Induction of soil suppressiveness against *Rhizoctonia solani* by incorporation of dried plant residues into soil. Phytopathology 96(12): 1372-1379.

Katan, J. 1980. Solar pasteurization of soils for disease control: studies and prospects. Plant Dis. 64: 450-454.

Katan, J. 1981. Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests. Ann. Rev. Phytopathol. 19: 211-236.

Kavroulakis, N., S. Ntougias, G. I. Zervakis, C. Ehaliotis, K. Haralampidis, and K. K. Popadopoulou. 2007. Role of ethylene in the protection of tomato plants against soil-borne fungal pathogens conferred by an endophytic *Fusarium solani* strain. J. Exp. Bot. 58(4): 3850-3864.

Kay, S. T. and A. Stewart. 1994. Evaluation of fungal antagonists for control of onion white rot in soil box trials. Plant Pathol. 43(2): 371-377.

Ke, D. and A. A. Kader. 1992. Potential of controlled atmospheres for postharvest insect disinfestations of fruits and vegetables. Posthorvest News and Information 3(2): 31N-37N.

Khan, J., J. J. Ooka, S. A. Miller, L. V. Madden, and H. A. J. Hoitink. 2004. Systemic resistance induced by *Trichoderma hamatum* 382 in cucumber against Phytophthora crown rot and leaf blight. Plant Dis. 88(3): 280-286.

Kim, K. D., S. Nemec, and G. Musson. 1997. Effects pf composts and soil microflora and phytophthora root and crown rot of bell pepper. Crop Protection 16(2): 165-172.

Kim, M. A. and S. J. Choi. 2002. Induction of gray mold rot resistance by methyl salicylate application in strawberry fruits. (In Korean with English summary). J. Korean Soc. Hort. Sci. 43(1): 29-33. c. a. Hort. Abstr. 72(9): Abstr. 8049; 2002).

Kim, Y. C., K. A. Blee, J. Robins, and A. J. Anderson. 2001. Oxycom™ under field and laboratory conditions increases resistance responses in plants. Europ. J. Plant Pathol. 107: 129-136.

King, E. B. and J. L. Parke. 1993. Biocontrol of Aphanomyces root rot and Pythium damping-off by *Pseudomonas cepacia*. Plant Dis. 77(12): 1185-1188.

King, S. R., A. R. Davis, W. Liu, and A. Levi. 2008. Grafting for disease resistance. HortScience vol. 43.

Király, Z., Z. Klement, F. Solymosy, and J. Vöros. 1974. Methods in plant pathology with special reference to breeding for disease resistance. Elsevier Pub. Co., London. 509 p.

Kita, N., T. Ohya, H. Uekusa, K. Nomura, M. Manago, and M. Shoda. 2005. Biological control of damping-off of tomato seedlings and cucumber *Phomopsis* root rot by *Bacillus subtilis* RB14-C. JARQ 39(2): 109-114.

Klasse, H. J. 1996. Calcium cyanamide – an effective tool to control clubroot – a review. Acta Horticulturae No. 407: 403-409.

Kloepper, J. W., C. M. Ryu, and S. Zhang. 2004. Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp. Phytopathology 94: 1259-1266.

Koike, S. T. and K. V. Subbarao. 2000. Broccoli residues can control Verticillium wilt of cauliflower. California Agriculture 54(3): 30-33.

Koike, N., M. Hyakumachi, K. Kageyama, S. Tsuyumu, and N. Doke. 2001. Induction of systemic resistance in cucumber against several diseases by plant growth-promoting fungi: lignification and superoxide generation. European J. Plant Pathol. 107: 523-533.

Kondoh, M., M. Hirai, and M. Shoda. 2001. Integrated biological chemical control of damping-off caused by *Rhizoctonia solani* using *Bacillus subtilis* RB14-C and flutolanil. Journal of Bioscience and Bioengineering 91(2): 173-177.

Kosaka, Y. and T. Fukunishi. 1997. Multiple inoculation with three attenuated viruses for the control of cucumber virus disease. Plant Disease 81: 733-738.

Kosaka, Y., B. S. Ryang, T. Kobori, H. Shiomi, H. Yasuhara, and M. Nataoka. 2006. Effectiveness of an attenuated zucchini yellow mosaic virus isolate for cross-protecting cucumber. Plant Dis. 90(1): 67-72.

Kousik, C. S., D. C. Sanders, and D. F. Ritchie. 1994. Yield of bell peppers as impacted by the combination of bacterial spot and a single hail storm: will copper spray help? HortTechnology 4(4): 356-358.

Koschier, E. H., K. A. Sedy, and J. Novak. 2002. Influence of plant volatiles on feeding damage caused by the onion thrips *Thrips tabaci*. Crop Protection 21(5): 419-425.

Kring, T. B. and D. J. Schuster. 1992. Management of insects on pepper and tomato woth UV-reflective mulches. Florida Entomologist 75: 119-129.

Kritzmann, G. 1993. A chemi-thermal treatment for control of seedborne bacterial pathogens of tomato. Phytoparasitica 21(2): 101-109.

Kropezynska, D. and A. Tomczyk. 1996. Development of *Tetranychus urticae* Koch and *Tetranychus cinnabarinus* Boisd, Populations on sweet pepper and *Phytoseiulus persimilis* (A.-H.) effectivenees in their control. Bull. OILB/SROP 19(1): 71-74. c. a. Hort. Abstr. 67(1): 425; 1997.

Koul, O. 2008. Photochemicals and insect control: an antifeedant approach. Critical Reviews in Plant Sciences 27(1): 1-24.

Kraft, J. M. and W. Boge. 2001. Root characteristics in pea in relation to compaction and Fusarium root rot. Plant Dis. 85(9): 936-940.

Kuć, J. 2001. Concepts and direction of induced systemic resistance in plants and its application. Europ. J. Plant Pathol. 107: 7-12.

Kumar, S. and J. P. Sharma. 1997. Exogenous application and nitrogen on susceptibility of cauliflower to black rot. Journal of Mycology and Plant Pathology 27(2): 210-214.

Kumar, P. and. A. K. Sood. 2001. Integration of antagonistic rhizobacteria and soil solarization for the management of bacterial wilt of tomato caused by *Ralstonia solanacearum*. Indian Phytopathology 54(1): 12-15.

Kumar, S. and S. Vadivelu. 1996. Evaluation of organic amendments for management of root-knot and reniform nematodes infecting brinjal, as compared with carbofuran. Pest Management in Horticultural Ecosystems 2(2): 71-74.

Kundu, P. K. and B. Nandi. 1993. Inhibition of *Rhizoctonia solani* by *Streptomyces arenae* and *S. chibaensis* in soil. J. Mycopath. Res. 31(1): 42-55.

Kuniyasu, K. and S. Takeuchi. 1983. Wilt of watermelon grafted on bottle gourd rootstocks inoculated with *Fusarium oxysporum* f. sp. *lagenaria*. Bul. Veg. Ornamental Crops Res. Sta., Minist. Agr., Food and Fish., Japan. Series A No. 11: 127-140.

Kurata, K. 1994. Cultivation of grafted vegetables II. Development of grafting robots in Japan. HortScience 29(4): 240-244.

Kurze, S., H. Bahl, R. Dahl, and G. Berg. 2001. Biological control of fungal strawberry diseases by *Serratia plymuthica* HRO-C48. Plant Dis. 85(5): 529-534.

Lafontaine, P. J. and N. Benhamou. 1996. Chitosan treatment: an emerging strategy for enhancing resistance of greenhouse tomato plants to infection by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. Biocointrol Science and Technology 6(1): 111-124.

LaMondia, J. A. 2008. Actigard increases fungicide efficacy against tobacco blue mold. Plant Dis. 92(10): 1463-1467.

Lamont, W. J., K. A. Sorensen, and C. W. Averre. 1990. Painting aluminum strips on black plastic mulch reduces mosaic symptoms on summer squash. HortScience 25: 1305.

Lang, J. M., D. H. Gent, and H. F. Schwartz. 2007. Management of Xanthomonas leaf blight of onion with bacteriophages and a plant activator. Plant Disease 91(7): 871-878.

Lapidot, M., I. Paran, R. Ben-Joseph, S. Ben-Harush, M. Pilowsky, S. Cohen, and C. Shifriss. 1977. Tolerance to cucumber mosaic virus in pepper: development of advanced breeding lines and evaluation of virus level. Plant Dis. 81: 185-188.

Larentzaki, E., A. M. Shelton, and J. Plate. 2008. Effect of kaolin particle film on *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae), oviposition, feeding and development on onions: a lab and field case study. Crop Protection 27(3-5): 727-734.

Larkin, R. P., D. L. Hopkins, and F. N. Martin. 1993a. Ecology of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* in soils suppressive and conducive to Fusarium wilt of watermelon. Phytopathology 83(10): 1105-1116.

Larkin, R. P., D. L. Hopkins, and F. N. Martin 1993b. Effect of successive watermelon planting on *Fusarium oxysporum* and other microorganisms in soils suppressive and conducive to Fusarium wilt of watermelon. Phytopathology 83(10): 1097-1105.

Larkin, R. P., D. L. Hopkins, and F. N. Martin. 1996. Suppression of Fusarium wilt of watermelon by nonpathogenic *Fusarium oxysporum* and other microorganisms recovered from a disease-suppressive soil. Phytopathology 86(8): 812-819.

Larkin, R. P. and D. R. Fravel. 1998. Biological control of wilt pathogens with fungal antagonists, pp. 125-129. In: P. Dugger and D. Richter. (eds.). 1998. Proceedings Beltwide Cotton Conferences. National Cotton Council, Memphis, USA.

Larkin, R. P. and D. R. Fravel. 1999. Mechanisms of action and dose-response relationships govering biological control of fusarium wilt of tomato by nonpathogenic *Fusarium* spp. Phytopathology 89: 1152-1161.

Larkin, R. P. and D. R. Fravel. 2002. Effects of varying environmental conditions on biological control of Fusarium wilt of tomato by nonpathogenic *Fusarium* spp. Phytopathology 92: 1160-1166.

Latimer, J. G. and R. G. Oetting. 1994. Brushing reduces thrips and aphid populations on some greenhouse vegetable transplants. HortScience 29(11): 1279-1281.

Lecoq, H., J. M. Lemaire, and C. Wipf-Scheibel. 1991. Control of zucchini yellow mosaic virus in squash by cross protection. Plant Dis. 75: 208-211.

Lee, J.-M. 1994. Cultivation of grafted vegetables. I. Current status, grafting methods, and benefits. HortScience 29(4): 235-239.

Lee, S. M., S. J. Suh, S. J. Kim, R. C. Crain, M. Kwak, H. G. Nam, and Y. S. Lee. 1997.

Systemic elevation of phosphatidic acid and lysophospholipid levels in wounded plants. Plant J. 12(3): 547-556.

Lee, S. H., J. Y. Lee, and J. S. Cha. 1998. Induction of resistance by TMV infection in *Capsicum annuum* against *Phytophthora* blight. (In Koeran with English summary). Korean J. Plant Pathol. 14(4): 319-324.

Lee, J. Y., B. S. Kim, S. W. Lim, B. K. Lee, C. H. Kim, and B. K. Hwang. 1999. Field control of Phytophthora blight of pepper plants with antagonistic rhizobacteria and DL-β-amino-n-butyric acid. Plant Path. J. 15(4): 217-222.

Leeman, M., J. A. van Pelt, M. J. Hendrickx, R. J. Scheffer, P. A. H. M. Bakker, and B. Schippers. 1995. Biocontrol of Fusarium wult of radish in commercial greenhouse trials by seed treatment with *Pseudomonas fluorescens* WCS374. Phytopathology 85(10): 1301-1305.

Legard, D. E., C. K. Chandler, and J. A. Bartz. 1997. The control of strawberry diseases by sanitation. Acta Horticulturae No. 439, II, 917-922.

Legard, D. E., C. L. Xiao, J. C. Mertely, and C. K. Chaadler. 2000. Effects of plant spacing and cultivar on incidence of Botrytis fruit rot in annual strawberry. Plant Dis. 84(5): 531-538.

Leskovar, D. I. and A. K. Boales. 1996. Azadirachtin: potential use for controlling lepidopterous insects and increasing marketability of cabbage. HortScience 31(3): 405-409.

Lewis, J. A., D. R. Fravel, R. D. Lumsden, and B. S. Shasha. 1995. Application of biocontrol fungi in granular formulations of pregelatinized starch-flour to control daming-off diseases caused by *Rhizoctonia solani*. Biological Control 5(3): 397-404.

Lewis, J. A. and R. P. Larkin. 1998. Formulation of the biocontrol fungus *Cladorrhinum foecundissimum* to reduce damping-off diseases caused by *Rhizoctonia solani* and *Pythium ultimum*. Biological Control 12(3): 182-190.

Li, S. L., S. J. Zhao, and L. Z. Zhao. 1997. Effects of VA mycorrhizae on the growth of eggplant and cucumber and control of diseases. (In Chinese with English summary). Acta Phytophylacia Sinica 24(2): 117-120. c. a. Hort. Abstr. 68(9): 7794; 1998.

Li, X. Q., J. Z. Wei, A. Tan, and R. V. Aroian. 2007. Resistance to root-knot nematode in tomato roots expressing a nematicidal *Bacillus thuringiensis* crystal protein. Plant Pathology Journal 5(4): 455-464.

Lievens, B., K. Vaes, J. Coosemans, and J. Ryckeboer. 2001. Systemic resistance induced in cucumber against Pythium root rot by source separated household waste and yard trimmings composts. Compost Science & Utilization 9(3): 221-229.

Liew, C. L. and R. K. Prange. 1994. Effect of ozone and storage temperature on postharvest diseases and physiology of carrots (*Daucus carota* L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(3): 563-567.

Lifshitz, R., M. T. Windham, and R. Baker. 1986. Mechanism of biological control of preemergence damping-off of pea by seed treatment with *Trichoderma* spp. Phytopathology 76: 720-725.

Limón, M. C., J. A. Pintor-Toro, and T. Benitez. 1999. Increased antifungal activity of *Trichoderma harzianum* transformants that overexpress a 33-kDa chitinase. Phytopathology 89: 254-261.

Lin, C. H., S. T. Hsu, K. C. Tzeng, and J. F. Wang. 2008. Application of a preliminary

screen to select locally adapted resistant rootstock and soil amendment for integrated management of tomato bacterial wilt in Taiwan. Plant Dis. 92(6): 909-916.

Liu, D., N. A. Anderson, and L.L. Kinkel. 1995. Biological control of potato scab in the field with antagonistic *Streptomyces scabies.* Phytopathology 85(7):827-831.

Liu, H. C., Z. J. Lin, Y. G. Tian, and A. M. Yu. 1995a. Control of *Fusarium* in watermelon by grafting in successive seasons. (In Chinese). China Vegetables No. 1: 12-14. c. a. Rev. Plant Path. 76(8): 6534; 1997.

Liu, L., J. W. Kloepper, and S. Tuzun. 1995b. Induction of systemic resistance in cucumber by plant growth-promoting rhizobacteria: Duration of protection and effect of host resistance on protection and root coloization. Phytopathology 85: 1064-1068.

Liu, L., J. W. Kloepper, and S. Tuzun 1995c. Induction of systemic resistance in cucmber against Fusarium wilt by plant growth-promoting rhizobacterea. Phytopathology 85(6): 695-698.

Liu, L., J. W. Klopper, and S. Tuzun. 1995d. Induction of systemic resistance in cucumber against bacterial angular leaf spot by plant growth-promoting rhizobacteria. Phytopathology 85: 845-847.

Loake, G. and M. Grant. 2007. Salicylic acid in plant defence - the players and protagonists. Current Opinion in Plant Biology 10(5): 466-472.

Loganathan, M., P. C. S. Babu, and G. Balasubramanian. 2001. Safety of Spicturin (*Bacillus thuringiensis* var. *galleriae*) to the larval parasitoid, *Cotesia plutellae* Kurdj of *Pluttella xylostella* L. on cauliflower. J. Exp. Zoology, India 4(1): 133-137.

López-López, M. J., E. Liébana, P. Marcilla, and R. Beltrá. 1995. Resistance induced in potato tubers by treatment with acetylsalicylic acid to soft rot produced by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora.* J. Phytopathol. 143(11-12): 719-724.

López, M. M., M. J. López-López, R. Marti, J. Zamora, J. López-Sanchez, and R. Beltrá. 2001. Effect of acetylsalicylic acid on soft rot produced by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* in potato tubers under greenhouse conditions. Potato Research 44(2): 197-206.

Lorito, M. et al. 1998. Genes from mycoparasitic fungi as a source for improving plant resistance to fungal pathogens. Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A. 95(14): 7860-7865.

Lot, H., B. Delecole, and H. Lecoq. 1983. A whitefly-transmitted virus causing muskmelon yellows in France. Acta Horticulturae 127: 175-182.

Louis, C., M. Girard, G. Kuhl, and M. Lopez-Ferber. 1996. Persistence of *Botrytis cinerea* in its vector *Drosophila melanogaster.* Phytopathology 86: 934-939.

Lowery, D. T., M. B. Isman, and N. L. Brard. 1993. Laboratory and field evaluation of neem for the control of aphids (Homoptera: Aphididae). Journal of Economic Entomology 86(3): 864-870.

Lowery, D. T., K. C. Eastwell, and M. J. Smirle. 1997. Neem seed oil inhibits aphid transmission of potato virus Y to pepper. Annals of Applied Biology 130(2): 217-225.

Louws, F. J., M. Wilson, H. L. Campbell, D. A. Cuppels, J. B. Jones, P. B. Shoemaker, F. Sahin, and S. A. Miller. 2001. Field control of bacterial spot and bacterial speck of tomato using a plant activator. Plant Disease 85: 481-488.

Lowery, D. T., K. C. Eastwell, and M. J. Smirle. 1997. Neem seed oil inhibits aphid transmission of potato virus Y to pepper. Annals of Applied Biology 130(2): 217-225.

Lu, G., W. Jian, J. Zhang, Y. Zhou, and J. Cao. 2008. Suppressive effect of silicon nutrient on *Phomopsis* stem blight development in asparagus HortScience vol. 43.

Ludy, R. L., M. L. Powelson, and D. H. Hemphill, Jr. 1997. Effect of sprinkler irrigation of bacterial soft rot and yield of broccoli. Plant Dis. 81(6): 614-618.

Ma, L. P., F. Gao., Y. P. Wu, and X. W. Qiao. 1996. The inhibitory effects of compost extracts on cucumber downy mildew and the possible mechanism . (In Chinese with English summary). Acta Phytophylacia Sinica 23(1): 56-60. c. a. Rev. Plant Path. 75(10): 6714; 1996.

Maddox, D. M., R. Sobhian, D. B. Joley, A. Mayfield, and D. Supkoff. 1986. New biological control for yellow starthistle. Calif. Agric. 40(11 & 12): 4-5.

Madi, L., T. Katan, J. Katan, and Y. Henis. 1997. Biological control of *Sclerotium rolfsii* and *Verticillium dahliae* by *Talaromyces flavus* is mediated by different mechanisms. Phytopathology 87: 1054-1060.

Mahdy, A. M. M. and S. M. M. Eid. 1993. Biological and chemical control of fusarium wilt in muskmelon (*Cucumis melo* var. *reticulatus*) Naud. Under greenhouse and field conditions. Annals Agric. Sci., Ain Shams Univ., Cairo 38(2): 725-739.

Maheshwari, S. K. and L. C. Saini. 1992. Black leg of potato and its control. Agricultural Science Digest (Karnal) 12(1): 53-54. (c. a. Rev. Plant Path. 1995, 74:349).

Malolepsza, U. and H. Urbanek. 2000. The oxidants and antioxidant enzymes in tomato leaves treated with o-hydroxyethylorutin and infected with *Botrytis cinerea*. Europ. J. Plant Path. 106: 657-665.

Mansour, A. N. 1997. Cucurbit viruses of squash in Jordan. Dirasat. Agricultural Sciences 24(3): 346-350.

Mansour, A. N. 1997. Prevention of mosaic virus diseases of squash with oil spray alone or combined with insecticide or aluminum soil mulch. Dirasat. Agricultural Sciences 24(2): 146-151.

Mao, W., J. A. Lewis, R. D. Lumsden, and K. P. Hebbar. 1998. Biocontrol of selected soilborne diseases of tomato and pepper plants. Crop Protection 17(6): 535-542.

Marco, S. 1993. Incidence of nonpersistently transmitted viruses in pepper sprayed with whitewash, oil and insecticide, alone or combined . Plant Disease 77(11): 1119-1122.

Marco, S., O. Ziv, and R. Cohen. 1994. Suppression of powdery mildew in squash by applications of whitewash, clay and antitranspirant materials. Phytopathology 22(1): 19-29.

Mari, M., M. Guizzardi, M. Brunelli, and A. Folchi 1996. Postharvest biological control of grey mould (*Botrytis cinerea* Pers.: Fr.) on fresh-market tomatoes with *Bacillus amyloliquefaciens*. Crop Protection 15(8): 699-705.

Markakis, E. A., S. E. Tjamos, I. Chatzipavlidis, P. P. Antoniou, E. J. Paplomatas. 2008. Evaluation of compost amendments for control of vascular diseases. J. Phytopathol. 156(10): 622-627.

Marquenie, D., A. Schenk, B. Nicolai, C. Michiels, C. Soontjens, and J. van Impe. 2002. Use of UV-C and heat treatment to reduce storage rot of strawberry. Acta Hort. No. 567(Vol. 2): 779-782.

Martin, W. R., Jr. 1997. Using entomopathogenic nematodes to control insects during stand establishement. HortScience 32(2): 196-198.

Martin, F. N. 2003. Development of alternative strategies for management of soilborne pathogens currently controlled with methyl bromide. Ann. Rev. Phytopathol. 41: 325-350.

Martin, B., I. Varela, and C. Cabaleiro. 2004. Effect of various oils on survival of *Myzus persicae* Sulzer and its transmission of cucumber mosaic virus on pepper. J. Hort. Sci. Biotechnol. 79(6): 855-859.

Mass, J. L. 1981. Postharvest diseases of strawberry, pp. 329-353. In: N. F. Childers (ed.). The strawberry: varieties, culture, pests and control, storage, marketing. Horticultural Publications, Gainesville, Florida.

Mateescu, R., C. P. Cornea, I. Grebenisan, G. Campeanu, V. Popescu. 2007. Biocontrol of *Alternaria tenuis* damping-off of tomato and pepper with *Bacillus* spp. strains. Acta Hort. No. 761: 163-170.

Matheron, M. E. and M. Porchas. 2002. Suppression of Phytophthora root and crown rot on pepper plants treated with Acibenzolar-S-methyl. Plant Disease 86(3): 292-297.

Mathre, D. E., R. H. Johnston, N. W. Callan, S. K. Mohan, J. M. Martin, and J. B. Miller. 1995. Combined biolological and chemical seed treatments for control of two seedlings diseases of Sh2 sweet corn. Plant Dis. 79(11): 1145-1148.

Matsubara, Y. I., H. Tamura, and T. Harada. 1995. Growth enhancement and *Verticillium* wilt control by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus inoculation in eggplant. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 64(3): 555-561. c. a. Hort. Abstr. 66(7): 6002, 1996.

Matsubara, Y., N. Ohba, and H. Fukui. 2001. Effects of arbuscular mycorrhizal fungus infection on the incidence of fusarium root rot in asparagus seedlings. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 70(2): 202-206.

Matsui, M. 1995. Efficiency of *Encarsia formosa* Gahan in suppressing population density of *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring on tomatoes in plastic grennhouses. (In Japanese with English summary). Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology 39(1): 25-31. (c. a. Hort. Abstr. 66: 526; 1996).

Mattner, S. W., I. J. Porter, R. K. Gounder. A. L. Shanks, D. J. Wren, and D. Allen. 2008. Factors that impact on the ability of biofumigants to suppress fungal pathogens and weeds of strawberry. Crop Protection 27(8): 1165-1173.

Maude, R. B. 1990. Leaf diseases of onions, pp. 173-189. In: H. D. Rabinowitch and J. L. Brewster. (eds.). Onions and allied crops. Vol. II. Agronomy, biotic interactions, pathology, and crop protection. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Mayton, H., K. Myers, and W. E. Fry. 2008. Potato late blight in tubers – the role of foliar phosphonate applications in suppressing pre-harvest tuber infections. Crop Protection 27(6): 943-950.

McConchie, R., K, McDonald, B. Anwaral, and S. C. Morris 2007. Systemic acquired resistance as a strategy for disease management in rockmelon (*Cucumis melo* var. *reticulatus*). Acta Hort. No. 731: 205-210.

McGrath, M. T. and N. Shishkoff. 1999. Evaluation of biocompatible products for managing cucurbit powdery mildew. Crop Protection 18(7): 471-478.

McGrath, M. T. and N. Shishkoff. 2000. Control of cucurbit powdery mildew with JMS Stylet-Oil. Plant Dis. 84(9): 989-993.

McKay, A. G., R. M. Floyd, and C. J. Boyd. 1992. Phosphonic acid controls downy mildew (*Peronospora parasitica*) in cauliflower curds. Aust. J. Exp. Agric. 32(1): 127-129.

McKenry. M. V. and P. A. Roberts. 1985. Phytonematology study guide. Univ. Calif., Div. Agric. Nat. Resources. Pub. 4045. 56 p.

McQuilken, M. P., J. M. Whipps, and J. M. Lynch. 1994. Effects of water extracts of a composted manure-straw mixture on the plant pathogen *Botrytis cinerea*. World J. Microbiol. Biotechnol. 10(1): 20-26 (c. a. Rev. Plant Path. 1994, 73: 7127).

McQuilken, M. P. and J. M. Whipps. 1995. Production, survival and evaluation of solid-substrate inocula of *Coniothyrium minitans* against *Sclerotinia sclerotiorum*. European J. Plant Path. 101(1): 101-110.

Meera, M. S., M. B. Shivanna, K. Kageyama, and M. Hyakumachi. 1994. Plant growth promoting fungi from zoysiagrass rhizosphere as potential inducers of systemic resistance in cucumbers. Phytopathology 84(12): 1399-1406.

Meera, M. S., M. B. Shivanna, K. Kageyama, and M. Hyakumachi. 1995. Persistance of induced systemic resistance in cucumber in relations to root colonization by plant growth promoting fungal isolates. Crop Protection 14(2): 123-130.

Mehdi, F. S., I. A. Siddiqui, T. Zia, and N. I. Ali. 2001. Use of mangrove for the control of *Meloidogyne javanica* in tomato. Nematologia Mediterranea 29(2): 127-129.

Mekuria, T., P. Blaeser, U. Steiner, and H. W. Dehne. 1999. Bryophytes as a new source of antifungal substances in crop protection, pp. 483-490. In: H. Lyr, P. E. Russell, H. W. Dehne, and H. D. Sisler. (eds.). Modern fungicides and antifungal compounds II. Intercept Limited, Andover, UK.

Melo, R. A. G., R. L. R. Mariano, S. J. Michereff, M. Menezes, and R. S. B. Coelho. 1995. Biological control of soft rot of sweet pepper (*Capsicum annuum*) caused by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. (In Portuguese with English summary). Summa Phytopathologica 21(3/4): 206-212. c. a. Rev. Plant Path. 76(4): 3044; 1997.

Meng, Z., Y. Wei, D. Xu, S. Hao, and J. Hu. 2007. Effect of 2-allylphenol against *Botrytis cinerea* Pers., and its residue in tomato fruit. Crop Protection 26: 1711-1715.

Menzies, J., P. Bowen, D. Ehret, and A. D. M. Glass. 1992. Foliar applications of potassium silicate reduce severity of powdery mildew on cucumber, muskmelon, and zucchini squash. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117(6): 902-905.

Mercier, J., M. Baka, B. Reddy, R. Corcuff, and J. Arul. 2001. Shortwave ultraviolet irradiation for control of decay caused by *Botrytis cinerea* in bell pepper: induced resistance and germicidal effects. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126(1): 128-133.

Mertely, J. C., C. K. Chandler, C. L. Xiao, and D. E. Legard. 2000. Comparison of sanitation for management of Botrytis fruit rot of strawberry. Plant Dis. 84(11): 1197-1202.

Metcalf, D. A., J. J. C. Dennis, and C. R. Wilson. 2004. Effect of inoculum density of *Sclerotium cepivorum* on the ability of *Trichoderma koningii* to suppress white rot of onion. Plant Dis. 88(3): 287-291.

Métraux, J. P. 2001. Systemic acquired resistance and salicylic acid: current state of knowledge. European Journal of Plant Pathology 107: 13-18.

Métraux, J.-P., C. Nawrath, and T. Genoud. 2002. Systemic acquired resistance. Euphytica 124: 237-243.

Meyer, S. L. F. 1999. Efficacy of the fungus *Verticillium lecanii* for suppressing root-knot nematode egg numbers on cantaloupe roots. HortTechnology 9(3): 443-447.

Meyer, S. K. F., S. I. Massoud, D. J. Chitwood, and D. P. Roberts. 2000. Evaluation of *Trichoderma virens* and *Burkholderia cepacia* for antagonistic activity against root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. Nematology 2(8): 871-879.

Mian, I. H., M. Ali, and R. Akhter. 1995. Grafting on *Solanum* rootstocks to control root-knot of tomato and bacterial wilt of eggplant. Bulletin of the Institute of Tropical Agriculture, Kyushu University 18: 41-47. c. a. Rev. Plant Path. 76(2): 1394, 1997.

Miché, L., M. L. Bouillant, R. Rohr, G. Sallé, and R. Bally. 2000. Physiological and cytological studies on the inhibition of *Striga* seed germination by the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*. Europ. J. Plant Pathol. 106: 347-351.

Mine, Y., R. Sakiyama, and H. Saka. 2002. Methodological evaluation of slow sand filters on microbe removal and performance of the filtration system against the spread of tomato bacterial wilt in NFT system (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 71(1): 107-113. c. a. Rev. Plant Path. 81(9): Abstr. 8703; 2002.

Mitchell, E. R., G. Hu, and D. Johanowicz. 2000. Management of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in cabbage using collard as a trap crop. HortScience 35(5): 875-879.

Mizubuti, E. S. G., L. A. Maffia, J. J. Muchovej, R. S. Romeiro, and U. G. Batista. 1995a. Epidemiological aspects of *Uromyces appendiculatus* on dry bean (*Phaseolus vulgaris*) after treatment with *Bacillus subitilis*. J. Phytopathol. 143(11-12): 689-691.

Mizubuti, E. S. G., L. A. Maffia, J. J. Muchovej, R. S. Romeiro, and U. G. Batista. 1995b. Selection of isolates of *Bacillus subtilis* with potential for the control of dry bean rust. Fitopatologia Brasileira 20(4): 540-544.

Molloy, C., L. H. Cheah, and J. P. Koolaard. 2004. Induced resistance against *Sclerotinia sclerotiorum* in carrots treated with enzymatically hydrolysed chitosan. Postharvest Biol. Technol. 32: 61-65.

Monfort, W. S., A. S. Csinos, J. Desaeger, K. Seebold, T. M. Webster, and J. C. Diaz-Perez. 2007. Evaluating *Brassica* species as an alternative control measure for root-knot nematode (*M. incognita*) in Georgia vegetable plasticulture. Crop Protection 26(9): 1359-1368.

Monma, S., S. Akazawa, K. Simosaka, Y. Sakata, and H. Matsunaga. 1997. 'Diataro' a bacterial wilt- and Fusarium wilt-resistant hybrid eggplant for rootstock. (In Japanese with English summary). Bulletin of the National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea. Series A. Vegetable and Ornamental Plants No. 12: 73-83. c. a. Hort. Abstr. 68(10): 8670; 1998.

Mosa, A. A. 1997. Effect of foliar application of phosphates on cucumber powdery mildew. Annals of Agricultural Science (Cairo) 42(1): 241-255.

Mossop, D. W. and C. H. Procter. 1975. Cross protection of glasshouse tomatoes against tobacco mosaic virus. New Zealand Journal of Experimental Agriculture 3(4): 343-248.

Mukhatar, K., R. Ahmad, N. Javed, and S. H. Khan. 1994. Control of root-knot disease of tomato with organic soil amendments. Pakistan J. Phytopathol. 6(2): 152-154. (c. a. Hort. Abstr. 65: 9860, 1996).

Mulrooney, R. P. 2008. Rotation periods to control vegetable diseases. Cooperative Extension. University of Delaware. The Internet.

Mulya, K., M. Watanabe, M. Goto, Y. Takikawa, and S. Tsuyuma. 1996. Suppression of bacterial wilt disease of tomato by root-dipping with *Pseudomonas fluorescens* PfG32 - the role of antibiotic substances and siderophore production. Ann. Phytopathol. Soc. Japan 62(2): 134-140.

Murphy, J. F., G. W. Zehnder, D. J. Schuster, E. J. Sikora, J. E. Polston, and J. W. Kloepper. 2000. Plant growth-promoting rhizobacterial mediated protection in tomato against tomato mottle virus. Plant. Dis. 84(7): 779-784.

Murphy, A. M., A. Gilliland, C. E. Wong, J. West, D. P. Singh, and J. P. Carr. 2001. Signal transduction in resistance to plant viruses. Europ. J. Plant Pathol. 107: 121-128.

Murphy, J. F., M. S. Reddy, C. M. Ryu, J. W. Kloepper, and R. Li. 2003. Rhizobacteria-mediated growth promotion of tomato leads to protection against cucumber mosaic virus. Phytopathology 93: 1301-1307.

Muslim, A., H. Horinouchi, and M. Hyakumachi. 2003. Control of Fusarium crown and root rot of tomato with hypovirulent binucleate *Rhizoctonia* in soil and rock wool systems. Plant Dis. 87(6): 739-747.

Muzik, T. J. 1970. Weed biology and control. McGraw-Hill Book Co., N. Y. 273 p.

Nagaoka, T., J. Ohra, T. Yoshihara, and S. Sakamura. 1995. Fungitoxic compounds from the roots of tomato stock. Annals of the Phytopathological Society of Japan 61(2): 103-108. c. a. Rev. Plant Pathol. 74(12): 7998; 1995).

Naito, Y. and Y. Honda. 1994. Control of damping-off of spinach with ultraviolet-absorbing vinyl film. Bull. Fac. Agric., Shimane Univ. No. 28: 37-43. c. a. Hort. Abstr. 66: Abstr. 5838; 1996.

Naito, Y., Y. Honda, and T. Kumagai. 1997. Supplementary UV-B radiation induces Fusarium wilt of spinach in a glasshouse. Annals of Phytopathological Society of Japan 63(2): 78-82.

Narusaka, Y., M. Narusaka, T. Horio, and H. Ishi. 1999. Comparison of local and systemic induction of acquired disease resistance in cucumber plants treated with benzothiazoles or salicylic acid. Plant and Cell Physiology 40(4): 388-395.

Narisawa, K., K. T. Ohki, and T. Hashiba. 2000. Suppression of clubroot and *Verticillium* yellows in Chinese cabbage in the field by the root endophytic fungus, *Heteroconium chaetospira*. Plant Pathol. 49(1): 141-146.

Natwick, E. T. and A. Durazo, III. 1985. Polyester covers protect vegetables from whiteflies and virus disease. Calif. Agr. 39(7/8): 21-22.

Neeta, S., U. Verma, and P. Awasthi. 2006. A combination of the yeast *Candida utilis* and chitosan controls fruit rot in tomato caused by *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler and *Geotrichum candidum* Link ex Pers. The J. Hort. Sci. Biotechnol. 81(6): 1052-1056.

Nelson, P. V. 1985. (3rd ed.). Greenhouse operation and management. Reston Pub. Co., Inc., Reston, Virginia 598 p.

Neri, F., M. Mari, and S. Brigati. 2006. Control of *Penicillium expansum* by plant volatile compounds. Plant Pathology 55(1): 100-105.

Ngakou, A., C. Megueni, D. Nwaga, M. R. Mabong, F. E. Djamba, and M. Gandebe. 2006. *Solanum tuberosum* (L.) responses to soil solarization and arbuscular mycorrhizal fungi

inoculation under field conditions: growth, yield, health status of plants and tubers. Middle-East Journal of Scientific Research 1(1): 23-30.

Nijoroge, S. M. C., M. B. Riley, and A. P. Keinath. 2008. Effect of incorporation of *Brassica* spp. residues on population densities of soilborne microorganisms and on damping-off and fusarium wilt of watermelon. Plant Disease 92(2): 287-294.

Nischwitz, C., A. S. Csinos, S. W. Mullis, L. L., Hickman, K. L. Stevenson, and R. D. Gitaitis. 2008. Effect of transplant age, tobacco cultivar, acibenzolar-S-methyl, and imidacloprid on tomato spotted wilt infection in flue-cured tobacco. Plant Dis. 92(11): 1524-1528.

Noe, J. P. and J. N. Sasser. 1995. Evaluation of *Paecillomyces lilacinus* as an agent for reducing yield due to *Meloidogyne incognita*. Biocontrol 1(3): 57-67.

Noronha, M. A., S. J. Michereff, and R. L. R. Mariano. 1995. Effect of cowpea seed treatment with *Bacillus subtilis* on *Rhizoctonia solani* control. (In Portuguse with English summary). Fitopatologia Brasileira 20(2): 174-178. c. a. Rev. Plant Path. 76(9): Abstr. 7257; 1997.

Noronha, M. A., S. A. Sobrinho, N. S. S. Silveira, S. J. Michereff, R. L. R. de Mariano, and E. Maranhao. 1996. Selection of *Trichoderma* spp. isolates for *Rhizoctonia solani* control on beans. (In Portuguese with English summary). Summa Phytopathologica 22(2): 156-162. (c. a. Rev. Plant Path. 76: 6428; 1997).

Ntirampemba, G., B. E. Langlois, D. D., Archbold, T. R. Hamilton-Kemp, and M. M. Barth. 1998. Microbial populations of *Botrytis cinerea*-inoculated strawberry fruit exposed to four volatile compounds. Journal of Food Protection 61(10): 1352-1357.

Obradovic, A., J. B. Jones, M. T. Momol, B. Balogh, and S. M. Olson. 2004. Management of tomato bacterial spot in the field by foliar applications of bacteriophages and SAR inducers. Plant Dis. 88: 736-740.

Ogallo, J. L. and M. A. McClure. 1996. Systemic acquired resistance and susceptibility to root-knot nematodes in tomato. Phytopathology 86: 498-501.

Oh, S. K., D. Choi, and S. H. Yu. 1998. Development of integrated pest management techniques using biomass for organic farming (I) Suppression of late blight and *Fusarium* wilt of tomato by chitosan involving both antifungal and plant activating activities. Korean J. Plant Pathol. 14(3): 278-285.

Oka, Y., Y. Cohen, and Y, Spiegel. 1999. Local and systemic induced resistance to the root-knot nematode in tomato by DL-β-amino-n-butyric acid. Phytopathology 89: 1138-1143.

Oka, Y., S. Necar, E. Putievsky, U. Ravid, Z. Yaniv, and Y. Spiegel. 2000. Nematicidal activity of essential oils and their components against the root-knot nematode. Phytopathology 90: 710-715.

Oka, Y., N. Shapira, and P. Fine. 2007. Control of root-knot nematodes in organic farming systems by organic amendments and soil solarization. Crop Protection 26(10): 1556-1565.

Okamoto, H., M. Sato, Z. Sato, and M. Isaka. 1998a. Biocontrol of *Phytophthora capsici* by *Serratia marcescens* F-1-1 and analysis of biocontrol mechanisms using transposon-insertion mutants. Ann. Phytopathol. Soc. Japan 64(4): 287-293.

Okamoto, H., Z. Sato, M. Sato, Y. Koiso, S. Iwasaki, and M. Isaka. 1998b. Identification of antibiotic red pigments of *Serratia marcescens* F-1-1, a biocontrol agent of damping-off of cucumber, and antimicrobial activity against other plant pathogens. Ann. Phytopatol. Soc. Japan 64(4): 294-298.

Okigbo, R. N., and F. E. O. Ikediugwu. 2000. Studies on biological control of postharvest rot in yams (*Discorea* spp.) using *Trichoderma viride*. J. Phytopathol. 148(6): 351-355.

Omar, S. A., N. A. I. Osman, and A. A. Hanafi. 1996. Controlling white rot disease in onion using alfalfa saponin. Bull. Fac. Agric., Univ. Cairo 47: 319-330.

Ondiaka, S., N. K. Maniania, G. H. N. Nyamasyo, and J. H. Nderitu. 2008. Virulence of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* to sweet potato weevil *Cylas puncticollis* and effects on fecundity and egg viability. Annals of Applied Biology 153(1): 41-48.

Ongena, M., A. Giger, P. Jacques, J. Dommes, and P. Thonart. 2002. Study of bacterial determinants involved in the induction of systemic resistance in bean by *Pseudomonas putida* BTP1. Europ. J. Plant Path. 108(3): 187-196.

Orober, M., J. Siegrist, and H. Buchenauer. 1999. Induction of systemic acquired resistance in cucumber by foliar phosphate application, pp. 339-348. In: H. Lyr, P. E. Russell, H. W. Dehne, and H. D. Sisler (eds). Modern fungicides and antifungal compounds II. Intercept Limited, Andover, UK.

Orober, M., J. Siegrist, and H. Buchenauer. 2002. Mechanisms of phosphate-induced disease resistance in cucumber. Europ. J. Plant Pathol. 108: 345-353.

Osman, N. A. E., A. H. Metwally, and A. A. El-Deeb. 1991. Effect of pesticides on growth and sporulation of *Botrytis allii* and incidence of onion neck rot. Egypt. J. Agric. Res. 69(3): 763-774.

Dstendorp, M., W. Kunz, B. Dietrich, and T. Staub. 2001. Induced disease resistance in plants by chemicals. Europ. J. Plant Pathol. 107: 19-28.

Ozawa, A., T. Saito, and M. Ota. 1999. Biological control of American serpentine leafminer, *Liromyza trifolii* (Burgess), on tomato in greenhouse by parasitoids. I. Evaluation of biological control by release of *Diglyphus isaea* (Walker) in experimental greenhouses. (In Japanese with English summary). Jap. J. Appl. Entomol. Zool. 43(4): 161-168.

Ozgonen, H. and A. Erkilic. 2007. Growth enhancement and phytophthora blight (*Phytophthora capsici* Leonian) control by arbuscular mycorrhizal fungal inoculation in pepper. Crop Protection 26: 1682-1688.

Ozgonen, H., M. Bicici, and A. Erkilic. 2001. The effect of salicylic acid and endomycorrhizal fungus *Glomus etunicatum* on plant development of tomatoes and Fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Turkish J. Agric. Forestry 25(1): 25-29.

Pajot, E., D. le Corre, and D. Silué. 2001. Phytogard and DL-β-amino butyric acid (BABA) induce resistance to downy mildew (*Bremia lactucae*) in lettuce (*Lactuca sativa* L.). Europ. J. Plant Pathol. 107(9): 861-869.

Palti, J. 1981. Cultural practices and infectious crop diseases. Springer-Verlag, Berlin. 243 p.

Palumbo, J. C. and C. A. Sanchez. 1995. Imidacloprid does not enhance growth and yield of muskmelon in the absence of whitefly. HortScience 30(5): 997-999.

Palumbo, J. C., A. R. Horowitz, and N. Prabhaker. 2001. Insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaci*. Crop Protection. 20: 739-765.

Pandey, V. N. and N. K. Dubey. 1994. Antifungal potential of leaves and essential oils from higher plants against soil phytopathogens. Soil Biology & Biochemistry 26(10): 1417-14-21.

Parke, J. L. 1991. Efficacy of *Pseudomonas cepacia* AMMD and *Pseudomonas fluorescens* PRA25 in biocontrol of *Pythium* damping-off and *Aphanomyces* root rot of pea. Bulletin SROP 14(8): 30-33. c. a. Hort. Abstr. 63(2): 1024; 1993.

Parker, C. and A. K. Wilson. 1986. Parasitic weeds and their control in the Near East. FAO Plant Prot. Bul. 34(2): 83-98.

Parra, G. and J. Ristaino. 1998. Insensitivity to Ridomil Gold (mefenoxam) found among field isolates of *Phytophthora capsici* causing phytophthora blight on bell pepper in North Carolina and New Jersey. Plant Disease 82(6): 711.

Parry, D. W. 1990. Plant pathology in agriculture. Cambridge Univ. Pr., Cambridge. 385 p.

Pasian, C. C. and R. K. Lindquist. 2006. Sticky traps: a useful tool for pest scounting programs. Ohio State University Fact Sheet. The Internet.

Pavlou, G. C., D. J. Vakalounakis, and E. K. Ligoxigakis. 2002. Control of root and stem rot of cucumber, caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*, by grafting onto resistant rootstocks. Plant Dis. 86(4): 379-382.

Paz-Lago, D., A. Borges, Jr., A. Gutiérrez, A. Borges, G. Caberera, M. A. Ramirez, and A. Falcón. 2000. Tomato-*Fusarium oxysporum* interaction: II-chitosan and MSB induced resistance against FOL in young tomato plants. Cultivos Tropicales 21(4): 17-20.

Peirce, L. C. 1987. Vegetable: characteristics, production and marketing. John Wiley and Sons, N. Y. 433 p.

Peixoto, A. R., R. L. R. Mariano, S. J. Michereff, and S. M. A. de Oliveira. 1995. Antagonistic action of *Pseudomonas aeruginosa* to *Pseudomonas solanacearum* and their effect on tomato seedling development. (In Portuguese with English summary). Summa Phytopathologica 21(3/4): 219-224. c. a. Rev. Plant Path. 76: Abstr 3025; 1997.

Pentangelo, A., A. Carboni, G. Grassi, I. Giordano, and A. Ragozzino. 1999. Use of agri-fabric tissue to protect processing tomato from CMV and TSWV. Acta Hort. No. 487: 171-178.

Peralta, L. and L. Hilje. 1993. Intention to control *Bemisia tabaci* on tomato with systemic insecticides incorporated in beans as a trap crop, plus oil applications. (In Spanish with English summary). Manejo Integrado de Plagas No. 30: 21-23. (c. a. Hort. Asbtr. 65: 2195; 1995).

Peralta, I. E., S. Knapp, and D. M. Spooner. 2007. The taxonomy of tomatoes: a revision of wild tomatoes (*Solanum* section *Lycopersicon)* and their outgroup relatives (*Solanum* sections *Juglandifolia* and *Lycopersicoides*). Syst. Bot. Mongr. American Society of Plant Taxonomists, Ann Arbor, Michigan.

Pereira, J. C. R., G. M. Chaves, L. Zambolim, K. Matsuoka, R. S. Acuna, and F. X. R. do Vale. 1996. Control of *Sclerotium cepirorum* by the use of vermicompost, solarization, *Trichoderma harzianum* and *Bacillus subtilis*. (In Portuguese with English Summary). Summa Phytopathologica 22(3/4): 228-234. c. a. Rev. Plant Path. 77(2): Abstr . 1267; 1998.

Pérez, A. G., C. Sanz, R. Olias, and J. M. Olias 1997. Effect of methyl jasmonate on *in vitro* strawberry ripening. Journal of Agricultural and Food Chemistry 45(10): 3733-3737.

Prekins-Veazie, P. and J. K. Collins. 1995. Strawberry fruit quality and its maintenance in postharvest environments. Adv. Strawberry Res. 14: 1-8.

Pernezny, K. and J. Collins. 1997. Epiphytic populations of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* on pepper: relationships to host-plant resistance and exposure to copper sprays. Plant Disease 81(7): 791-794.

Perring T.M. and C.A. Farrar. 1993. Stimulation of growth and yield of virus-infected cantaloupe with pyrethroids. Plant Dis. 77: 1077-1080.

Perring, T. M., A. Cooper, D. J. Kazmer, C. Shields, and J. Shields. 1991. New strain of sweetpotato whitefly invades California vegetables. Calif. Agric. 45(6): 10-12.

Perring, T. M., A. Cooper, and D. J. Kazmer. 1992. Identification of the poinsettia strain of *Bermisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on broccoli by electrophoresis. J. Econ. Entomol. 85(4): 1278-1284.

Perring, T. M., C. A. Farrar, M. J. Blua, H. L. Wang, and D. Gonsalves. 1995. Cross protection of cantaloupe with a mild strain of zucchini yellow mosaic virus: effectiveness and application. Crop Protection 14(7): 601-606.

Persson, L. 1998. Soil suppressiveness to *Aphanomyces* root rot of pea. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae-Agraria. No. 131. 35 p. c. a. Field Crop Abstracts 52(5): 3384; 1990.

Persson, L., M. Larsson-wikstrom, and B. Gerhardson. 1999. Assessment of soil suppressiveness to *Aphanomyces* root rot of pea. Plant Dis. 83(12): 1108-1112.

Pertot, I., R. Zasso, L. Amsalem, M. Baldessari, G. Angeli, and Y. Elad. 2008. Integrating biocontrol agents in strawberry powdery mildew control strategies in high tunnel growing systems. Crop Protection 27(3-5): 622-631.

Peterson, J. K. and H. F. Harrison. 2002. Suppression effect of *Capsicum chinense* Jacq. on southern rootknot nematode [*Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood] in peppers and tomato. Allelopathy Journal 9(1): 59-62.

Phae, C.G., M. Shoda, N. Kita, M. Nakano, and K. Ushiyama. 1992. Biological control of crown and root rot and bacterical wilt by *Bacillus subtilis* NB22. Annals of the Phytopathological Society of Japan 58(3): 329-339. (c. a. Hort. Abstr. 1994, 64: 2017).

Pharand, B., O. Carisse, and N. Benhamou. 2002. Cytological aspects of compost-mediated induced resistance against Fusarium crown and root rot in tomato. Phytopathology 92(4): 424-438.

Picard, K., M. Ponchet, J.P. Blein, P. Rey, Y. Tirilly, and N. Benhamou. 2000. Oligandrin. A proteinaceous molecule produced by the mycoparasite *Pythium oligandrum* induces resistance to *Phytophthora parasitica* infection in tomato plants. Plant Phys. 124(1): 379-395.

Pichard, B. and D. Thouvenot. 1999. Effect of *Bacillus polymyxa* seed treatments on control of black-rot and damping-off of cauliflower. Seed Science and Technology 27(2): 455-465.

Pieterse, C. M. J., J. A. Van Pelt, S. C. M. Van Wees, J. Ton, K. M. Léon-Kloosterziel, J. J. B. Keurentjes, B. W. M. Verhagen, M. Knoester, I. Van der Sluis, P. A. H. M. Bakker, and L. C. Van Loon. 2001. Rhizobacteria-mediated induced systemic resistance: triggering, signaling and expression. European Journal of Plant Pathology 107: 51-61.

Pinese, B., A. T. Lisle, M. D. Ramsey, K. H. Halfpapp, and S. de Faveri. 1994. Control of aphid-borne papaya ringspot potyvirus in zucchini marrow (*Cucurbita pepo*) with reflective mulches and mineral oil-insecticide sprays. International Journal of Plant Management 40(1): 81-87.

Ploeg, A. T. 1999. Greenhouse studies on the effect of marigolds (*Tagetes* spp.) on four *Meloidogyne* species. J. Nematol. 31(1): 62-69.

Ploeg, A. T. 2002. Effects of selected marigold varieties on root-knot nematodes and tomato and melon yields. Plant Disease 86(5): 505-508.

Plotto, A., D. D. Roberts, and R. G. Roberts. 2003. Evaluation of plant essential oils as natural postharvest disease control of tomato (*Lycopersicon esculentum*). Acta Hort. No. 628: 737-745.

Porras, M., C. Barrau, F.T. Arroyo, B. Santos, C. Blanco, and F. Romero. 2007. Reduction of *Phytophthora cactorum* in strawberry fields by *Trichoderma* spp. and soil solarization. Plant Dis. 91(2): 142-146.

Porter, I. J., P. R. Merriman, and P. J. Keane. 1991. Soil solarisation combined with low rates of soil fumigants controls clubroot of cauliflowers, caused by *Plasmodiophora brassicae* Woron. Australian Journal of Experimental Agriculture 31(6): 843-851.

Porter, L. D., N. Dasgupta, and D. A. Johnson. 2005. Effects of tuber depth and soil moisture on infection of potato tubers in soil by *Phytophthora infestans*. Plant Dis. 89(2): 146-152.

Postma, J., M. J. E. I. M. W. de Klein, and J. D. van Elsas. 2000. Effect of the indigenous microflora on the development of root and crown rot caused by *Pythium aphanidermatum* in cucumber grown on rockwool. Phytopathology 90(2): 125-133.

Prasad, D., D. K. Nagia, S. Kumar, and M. L. Saini. 1994. Integrated approach for management of plant parasitic nematodes in brinjal, *Solanum melongena* L. Plant Protection Bulletin (Faridabad) 46(1): 31-33. c. a. Hort. Abstr. 66(5): 4198; 1996.

Price, J. F. 1996. *Phytoseiulus persimilis* and other predators to control arthropod pests in strawberry, pp. 54-58. In: M. P. Pritts, C. K. Chandler, and T. E. Crocker (eds.). Proceedings of the IV North American strawberry conference. University of Florida, Gainesville.

Price, J. F., C. K. Chandler, and D. E. Legard. 1998. Survival of *Phytoseiulus persimils* predators on cooled, shipped and stored strawberry transplants. Abstracts of the International Society for Horticultural Science Meeting, Brussels.

Prithiviraj, B., U. P. Singh, K. P. Singh, and K. Plank-Schumacher. 1998. Field evaluation of ajoene, a constituent of garlic (*Allium sativum*) and neemazal, a product of neem (*Azadirachta indica*) for the control of powdery mildew (*Erysiphe pisi*) of pea (*Pisum sativum*). Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 105(3): 274-278. c. a. Rev. Plant Path. 78(9): 6236; 1999.

Pullman, G.S., J.E. De Vay, C.L. Elmore, and W.H. Hart. 1984. Soil solarization: a non-chemical method for controlling diseases and pests. Univ. Calif., Div. Agric. & Nat. Res. Leaflet 21377. 8 p.

Pushpalatha, H. G., S. R. Mythrashree, R. Shetty, N.P. Geetha, R.G. Sharathchandra, K.N. Amruthesh, and H. S. Shetty. 2007. Ability of vitamins to induce downy mildew disease resistance and growth promotion in pearl millet. Crop Protection 26: 1674-1681.

Qin, G.Z. and S. P. Tian. 2005. Enhancement of biocontrol activity of *Cryptococcus laurentii* by silicon and the possible mechanisms involved. Phytopathology 95: 69-75.

Qureshi, M. S., D. J. Midmore, R. Newby, D. J. Reid, R. Sequeira, and S. S. Syeda. 2007. Effects of row covers on silverleaf whitefly (Homoptera: Alyrodidae) population densities and crop yield in zucchini. Acta Hort. No. 731: 295-302.

Raj, H. and I. J. Kapoor. 1997. Possible management of Fusarium wilt of tomato by soil amendments with composts. Indian Phytopathology 50(3): 387-395.

Ramakers, P. M. J. and S. J. P. Voet. 1996. Introduction of *Amblyseius degenerans* for thrips control in sweet peppers with potted castor beans as blanker plants. Bulletin OILB/SROP 19(1): 127-130. c. a. Hort. Abstr. 67(2): 1324; 1997.

Ramamoorthy, V. and R. Samiyappan. 2001. Induction of defense-related genes in *Pseudomonas fluorescens* – treated chilli plants in response to infection by *Colletotrichum capsici*. J. Mycol. Plant Pathol. 31(2): 146-155.

Ramammorthy, V., T. Raguchander, and R. Samiyappan. 2002. Induction of defense-related proteins in tomato roots treated with *Pseudomonas fluorescens* Pfl and *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. Plant and Soil 239(1): 55-68.

Ranganna, B., A. C. Kushalappa, and G. S. V. Raghavan. 1997. Ultraviolet irradiance to control dry rot and soft rot of potato in storage. Canad. J. Plant Pathol. 19(1): 30-35.

Rankin, L. and T.C. Paulitz. 1994. Evaluation of rhizosphere bacteria for biological control of Pythium root rot of greenhouse cucumbers in hydroponic culture. Plant Dis. 78(5): 447-451.

Rao, M. S., P. P. Reddy, and M. Nagesh. 1997. Integration of *Paecilomyces lilacinus* with neem leaf suspension for the management of root-knot nematodes on egg plant. Nematologia Mediterranea 25(2): 249-252.

Raupach, G. S., L. Liu, J. F. Murphy, S. Tuzun, and J. W. Kloepper. 1996. induced systemic resistance in cucumber and tomato against cucumber mosaic cucumovirus using plant growth-promoting rthizobacteria (PGPR). Plant Disease 80: 891-894.

Ravensdale, M., T. J. Blon, J. A. Gracia-Garza, A. M. Svircev, and R. J. Smith. 2007. Bacteriophages and the control of *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. The Canad. J. Plant Path. 29(2): 121-130.

Raviv, M. and R. Reuveni. 1998. Fungal photomorphogensis: a basis for the control of foliar diseases using photoselective covering materials for greenhouses. HortScience 33(6): 925-929.

Reddy, M. V. B., P. Angers, F. Gastaigne, and J. Arul. 2000. Chitosan effects on blackmold rot and pathogenic factors produced by *Alternaria alternata* in postharvest tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125(6): 742-747.

Regnault-Roger, C. 1997. The potential of botanical essential oils for insect pest control. **Integrated Pest Management Reviews 2(1): 25-34.**

Reid, T. C., M. K. Hausbeck, and K. Kizilkaya. 2002. Use of fungicides and biological controls in the suppression of fusarium crown and root rot of asparagus under greenhouse and growth chamber conditions. Plant Dis. 86(5): 493-498.

Reis, A., S. M. A. de Oliveira, M. Menezes, and R. de L. R. Mariano. 1995. potential of *Trichoderma* isolates on biocontrol of bean Fusarium wilt. (In Portuguese with English summary). Summa Phytopathologica 21(1): 16-20. (c. a. Rev. Plant Path. 76: 1276; 1997).

Reitz, M., K. Rudolph, I. Schroder, S. Hoffmann-Hergarten, J. Hallmann, and R. A. Sikora. 2000. Lypopolysaccharides of *Rhizobium etli* Strain G12 act in potato roots as an inducing agent of systemic resistance to infection by the cyst nematode *Globodera pallida*. Applied and Environmental Microbiology 66(8): 3515-3518.

Reitz, S. R., G. Maiorino, S. Olson, R. Sprenkel, A. Crescenzi, and M. T. Momol. 2008. Integrating plant essential oils and kaolin for the sustainable management of thrips and tomato spotted wilt on tomato. Plant Dis. 92(6): 878-886.

Rekika, D., K. A. Stewart, G. Boivin, and S. Jenni. 2008. Floating rowcovers improve germination and reduce carrot weevil infestations in carrot. HortScience 43(5): 1619-1622.

Reuveni, R. and M. Raviv. 1997. Control of downy mildew in greenhouse-grown cucumbers using blue photoselective polyethylene sheets. Plant Disease 81(9): 999-1004.

Reuveni, M. and R. Reuveni. 2000. Prior inoculation with non-pathogenic fungi induces systemic resistance to powdery mildew on cucumber plants. Europ. J. Plant Pathol. 106: 633-638.

Reuveni, M., V. Agapov, and R. Reuveni. 1993. Induction of systemic resistance to powdery mildew and growth increase in cucurnber by phosphates. Biological Agriculture & Horticulture 9(4): 305-315.

Revueni, M., V. Agapov, and R. Reuveni. 1995. Suppression of cucumber powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) by foliar sprays of phosphate and potassium salts. Plant Pathology 44(1): 31-39.

Reuveni, M., V. Agapov, and R. Reuveni. 1996. Controlling powdery mildew caused by *Sphaerotheca fuliginea* in cucumber by foliar sprays of phosphate and potassium salts. Crop Protection 15(1): 49-53.

Reuveni, R., G. Dor, and M. Reuveni. 1998. Local and systemic control of powdery mildew (*Leveillula taurica*) on pepper plants by foliar spray of momo-potassium phosphate. Crop Protection 17(9): 703-709.

Rezende , J. A. M. and D. A. Pacheco. 1998. Control of papaya ringspot virus-type W in zucchini squash by cross-protection in Brazil. Plant Dis. 82: 171-175.

Ries, S., R. Baughan, M. G. Nair, and R. Schutzki. 2001. Repelling animals from crops using plant extracts. HortTechnology 11(2): 302-307.

Rista, L. M., M. Sillon, and L. Fornasero. 1995. Effect of different irrigation strategies on the mortality of pepper by *Phytophthora capsici* Leonian in greenhouses. (In Spanish with English summary). Horticulturae Argentina 14(37): 44-51. c. a. Rev. Plant Path. 76(10): 8147; 1997.

Ristaino, J. B. and S. A. Johnston. 1999. Ecologically based approaches to management of phytophthora blight on bell pepper. Plant Disease 83(12): 1080-1089.

Ristaino, J. B. and W. Thomas. 1997. Agriculture, methyl bromide, and the ozone hole - can we fill the gaps?. Plant Dis. 81(9): 964-977.

Ristaino, J. B., J.M. Duniway, and J.J. Marois. 1989. Phytophthora root rot and irrigation schedule influence growth and phenology of processing tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114: 556-561.

Ristaino, J.B., K.B. Perry, and R.D. Lumsden. 1991. Effect of solarization and *Gliocladium virens* on *Sclerotium rolfsii*, soil microbiota, and the incidence of southern blight of tomato. Phytopathology 81: 1117-1124.

Ristaino, J. B., K. B. Perry, and R. D. Lumsden. 1996. Soil solarization and *Gliocladium virens* reduce the incidence of southern blight (*Sclerotium rolfsii*) in bell pepper in the field. Biocontrol Science and Techonology 6(4): 583-593.

Ristaino, J. B., F. Parra, and C. L. Campbell. 1997. Suppression of phytophthora blight in bell pepper by a no-till wheat cover crop. Phytopathology 87: 242-249.

Rivard, C.L. and F. J. Louws. 2008. Grafting to manage soilborne diseases in heirloom tomato production. HortScience 43: 2104-2111.

Roberti, R., P. Flori, and A. Pisi. 1996. Biological control of soilborne *Sclerotium rolfsii* infection by treatment of bean seeds with species of *Trichoderma*. Petria 6(2): 105-116. (c. a. Hort. Abstr. 67: 4954; 1997).

Roberts, D. P., P. D. Dery, P. K. Hebbar, M. Mao, and R. D. Lumsden. 1997a. Biological control of damping-off of cucumber caused by *Pythium ultimum* with a root-colonization-deficient strain of *Escherichia coil*. Journal of Phytopathology 145(8/9): 383-388.

Roberts, D. P., P. D. Dery, W. Mao, and P. K. Hebbar. 1997b. Use of a colonization-deficient strain of *Escherichia coil* in strain combinations for enhanced biocontrol of cucumber seedling disease. Journal of Phytopathology 145(10): 461-463.

Robinson, J. 2007. Insect management. In: vegetable handbook.<http://aggie-horticulture. tamu. edu/extension/veghandbook/chapter6/ch...>.

Robinson, R. W., R. Provvidenti, and J. W. Shail. 1993. Tests for seedborne transmission of zucchini yellow mosaic virus. HortScience 28: 694-696.

Rod, J. 1994. The use of soil solarization to control clubroot (*Plasmodiophora brassicae*). Ochrana Rostlin 30(3): 183-188. (c. a. Rev. Plant Path. 1994, 73:7953).

Rodrigues, F. A., N. Benhamou, L. E. Datnoff, J. B. Jones, and R. R. Bélanger. 2003. Ultrastructural and cytochemical aspects of silicon-mediated rice blast resistance. Phytopathology 93: 535-546.

Rodriguez-Pérez, A., S. Diaz-Hernández, and L. G. Llobet. 2005. Eradication of *Phytopthora nicotianae* and *Rhizoctonia solani* by double layer solarization in tomato seedbeds. Acta Hort. No. 698: 206-212.

Romanazzi, G., F. Nigro, A. Ippolito, and M. Salerno. 2001. Effect of short hypobaric treatments on postharvest rots of sweet cherries, strawberries and table grapes. Postharvest Biology and Technology 22: 1-6.

Romero, A. and G. Carrion. 1995. Pathogenicity of *Verticillum lecanii* on bean rust under greenhouse conditions. (In Spanish with English summary). Fitopatologia 30(1): 30-34. (Rev. Plant Path. 76: 3776; 1997).

Romero, A. M. and D. F. Ritchie. 2004. Systemic acquired resistance delayes race shifts to major resistance genes in bell pepper. Phytopathology 94: 1376-1382.

Romero, A. M., C. S. Kousik, and D. F. Ritchie. 2001. Resistance to bacterical spot in bell pepper induced by acibenzolar-S-methyl. Plant Dis. 85(2): 189-194.

Romero, D., A. de Vicente, H. Zeriouh, F. M. Cazorla, D. Fernández-Ortuno, J. A. Torés, and A. Pérez-Garcia. 2007. Evaluation of biological control agents for managing cucurbit powdery mildew on greenhouse-grown melon. Plant Pathology 56(6): 976-986.

Rosa, E. A. S. and P. M. F. Rodrigues. 1999. Towards a more sustainable agriculture system: the effect of glucosinolates on the control of soil-borne diseases. J. Hort. Sci. Biotechnol. 74(6): 667-674.

Rosendahl, S., C. N. Rosendahl, and I. Thingstrup. 1992. The use of vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungi as a biocontrol agent. Bulletin OILB/SROP 15(1): 48-50. c. a. Hort. Abstr. 63: 2695; 1993.

Rost, T.L., M.G. Barbour, R.M. Thornton, T.E. Weier, and C.R. Stocking. 1984. Botany. John Wiely & Sons, N.Y. 342 p.

Rott, A. S., D. J. Ponsonby. 2000. Improving the control of *Tetranychus urticae* on edible glasshouse crops using a specialist coccinellid (*Stethorus punctillum* Weise) and a generalist mite (*Amblyseius californicus* McGregor) as biocontrol agents. Biocontrol Science and Technology 10(4): 487-498.

Rui, C. H. and B. Z. Zheng. 1990. Yellow sticky traps combined with a mixture of insecticides for the integrated control of glasshouse whitefly. (In Chinese with English summary). Acta Agriculturae Universitatis Pekinensis 16(4): 429-435. (c. a. Hort. Abstr. 64: 3678; 1994).

Ruiz-Duenas, F. J. and M. J. Martinez. 1996. Enzymatic activities of *Trametes versicolor* and *Pleurotus eryngii* implicated in biocontrol of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Current Microbiology 32(3): 151-155.

Runia, W. T., J. M. G. P. Michielsen, A. J. van Kuik, and E. A. van O. Os. 1997. Elimination of root-infecting pathogens in reciculation water by slow sand filtration, pp. 395-407. In: Proceedings of the 9th International congress on Soilless Culture. International Society for Soilless Culture, Wageningen, Netherlands.

Russell, G.E. 1978. Plant breeding for pest and disease resistance. Butterworths, London. 485 p.

Saikia, M. K. 1998. Comparative efficacy of *Beauveria bassiana* in suppressing attack of *Meloidogyne incognita* on tomato. Annals of Agri Bio Research 3(1): 91-95.

Saindon, G., H. C. Huang, G. C. Kozub, H. H. Mundel, and G. A. Kemp. 1993. Incidence of white mold and yield of upright bean grown in different planting patterns. J. Phytopathol. 137(2): 118-124.

Saindon, G., H. C. Huang, and G. C. Kozub. 1995. White-mold avoidance and agronomic attributes of upright common beans grown at multiple planting densities in narrow rows. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(5): 843-847.

Samaliev, H.Y., F. I. Andreoglou, S. A. Elawad, N. G. M. Hague, and S. R. Gowen. 2000. The nematicidal effects of the bacteria *Pseudomonas oryzihabitans* and *Xenorhabdus nematophilus* on the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. Nematology 2(5): 507-514.

Samuels, A. L., A. D. M. Glass, D. L. Ehret, and J. G. Menzies. 1991. Mobility and deposition of silicon in cucumber plants. Plant, Cell and Environment 14: 485-492.

Samuels, A. L., A. D. M. Glass, D. L. Ehret, and J. G. Menzies. 1993. The effects of silicon supplementation on cucumber fruit: changes in surface characteristics. Annals of Botany 72(5): 433-440.

Sánchez, A., R. Echávez-Badel, and E. C. Schroder. 1994a. *Pseudomonas cepacia*, a potential biofungicide for root rot pathogens of beans. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 78(1-2): 55-57. (c. a. Rev. Plant Path. 74: 4910; 1995).

Sánchez, A., R. Echávez-Badel, and E. C. Schroder. 1994b. Bean root colonization by *Pseudomonas cepacia* UPR 5C. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 78(1-2): 59-61. c. a. Rev. Plant Path. 74: 4911; 1995.

Sanford, M. T. 2006. Protecting honey bees from pesticides. University of Florida, IFAS Extension. The Internet.

Sarhan, M.M., S. M. Ezzat, M. R. A. Tohamy, A. E. F. A. El-Essawy, and E. S. F. Abd-Allah. 1999. Application of *Trichoderma hamatum* as a biocontroller against tomato wilt disease caused by *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici*. Egypt. J. Microbiol. 34(2): 347-376.

Sariah, M. and K. Tanaka. 1995. Effect of flooding on the viability and pathogenicity of sclerotia of *Sclerotium rolfsii* in Malaysian soil. International Journal of Pest Management 41(2): 97-99.

Sasser, J.N., C.C Carter, and A.L. Taylor. 1982. A guide to the development of a plant nematology program. Development of Plant Pathology. N. C. State Univ., Raleigh, N.C. 21 p.

Sastrosiswojo, S. 1996. Biological control of the diamondback month in IPM systems: case study from Asia (Indonesia). In: Biological control introductions – opportunities for improved crop production, pp. 13-32. British Crop Protection Council, Farnham, UK.

Saucke, H. 1994. Botanical pest control in cabbage: potential of neem products in IPM programs in Papua New Guinea. Harvest (Port Moresby) 16(1/2): 20-23. c. a. Hort. Abstr. 66(5): 4103; 1996.

Saucke, H., F. Dori, and H. Schmutterer. 2000. Biological and integrated control of *plutella xylostella* (Lep., Yponomeutidae) and *Crocidolomia pavonana* (Lep., Pyralidae) in brassica crops in Papua New Guinea. Biocontrol Science and Technology 10(5): 595-606.

Sauerborn, J., D. Muller-Stover, and J. Hershenhorn. 2007. The role of biological control in managing parasitic weeds. Crop Protection 26(3): 246-254.

Sayama, H., T. Sato, M. Kominato, T. Natsuaki, and J.M. Kaper. 1993. Field testing of a satellite-containing attenuated strain of cucumber mosaic virus for tomato protection in Japan. Phytopathology 83: 405-410.

Scherm, H. and A.H.C. Bruggen. 1995. Comparative study of microclimate and downy mildew development in subsurface drip- and furrow-irrigated lecttuce fields in California. Plant Dis. 79(6): 620-625.

Schuerell, S. J. and W. F. Mahaffee. 2004. Compost tea as a container medium drench for suppressing seedling damping-off caused by *Pythium ultimum*. Phytopathology 94: 1156-1163.

Schirra. M.. G. D'hallewin, S. Ben-Yehoshua, and E. Fallik. 2000. Host-pathogen interactions modulated by heat treatment. Postharvest Biology and Technology 21: 71-85.

Schisler, D. A., C. P. Kurtzman, R. J. Bothast, and P. J. Slininger. 1995. Evaluation of yeasts for biological control of fusarium dry rot of potatoes Amer. Potato J. 72(6): 339-353.

Schisler, D. A., P.J. Slininger, G. Kleinkopf, R. J. Bothast, and R. C. Ostrowski. 2000. Biological control of Fusarium dry rot of potato tubers under commercial storage conditions. Amer. J. Potato Res. 77(1): 29-40.

Schisler, D. A., P.J. Slininger, R. W. Behle, and M. A. Jackson. 2004. Formulation of *Bacillus* spp. for biological control of plant diseases. Phytopathology 94: 1267-1271.

Schneider, S.M., H. A. Ajwa, T. J. Trout, and S. Gao. 2008. Nematode control from shank- and drip-applied fumigant alternatives to methyl bromide. HortScience 43: 1826-1832.

Schmiedeknecht, G. 1993. Biological control of *Rhizoctonia solani* Kühn on potatoes by microbial antagonists. (In German with English summary). Archives of Phytopathology and Plant Protection 28(4): 311-320. (c. a. Rev. Plant Path. 1995, 74: 3528).

Schuerger, A. C. and C. S. Brown. 1997. Spectral quality affects disease development of three pathogens on hydroponically grown plants. HortScience 32(1): 96-100.

Schwartz, P.H. and D.R. Hamel. (Eds). 1980. Guidelines for control of insect and mite pests of foods, fibers, feeds, ornamentals, livestock, households, forests, and forest products. Agric. Handbook No. 571. U.S. Dept. Agric., Wash., D.C. 796 p.

Sclar, D.C., D. Gerace, A. Tupy, K. Wilson, S. A. Spriggs, R. J. Bishop, and W. S.

Cranshaw. 1999. Effects of application of various reduced-risk pesticides to tomato, with notes on control of greenhouse whitefly. HortTechonolgy 9(2): 185-189.

Seddon, B. and A. Schmitt. 1999. Integrated biological control of fungal plant pathogens using natural products, pp. 423-428. In: H. Lyr, P. E. Russell, H. W. Dehne, and H. D. Sisler (eds.). Modern fungicides and antifungal compounds II. Intercept Limited, Andover, UK.

Semisi, S. T., T. Mauga, and E. Chan. 1998. Control of the leaf blight disease, *Phytophthora colocasiae* Racib in taro *Colocasiae esculenta* (L.) Schott with phosphorous acid. J. South Pacific Agric. 5(1): 77-83.

Servian de Cardozo, J. F. and M. Matsui. 1992. A search for effective granular insecticides against the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci* Gennadius. (In Japanese with English summary). Proceedings of the Kanto - Tosan Plant Protection Society No. 39: 211-213. (c. a. Hort. Abstr. 64: 3677, 1994).

Sewify, G. H., S. Abol-Ela, and M. S. Eldin. 2000. Effect of the entomopathogenic fungus Metarhizium anisopliae (Metsch.) and granulosis virus (GV) combinations on the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Celechidae). Bul. Fac. Agric., Cairo Univ. 51: 95-106.

Shalaby, F. F., A. A. Abdel-Gawad, A. M. El-Sayed, and M. R. Abo-El-Ghar. 1990. Natural role of *Eretmocerus mundus* Mercet and *Prospaltella lutea* Masi on populations of *Bemisia tabaci* Genn. Agric. Res. Rev. 68(1): 197-208.

Shan, X. Y., Z. L. Wang, and D. Xie. 2007. Jasmonate signal pathway in *Arabidopsis*. J. Integrative Plant Biology 49(1): 81-86.

Shanhita Gupta, D. K. Arora, and A. K. Srivastava. 1995. Growth promotion of tomato plants by rhizobacteria and imposition of energy stress on *Rhizoctonia solani*. Soil Biology & Biochemistry 27(8): 1051-1058.

Sharaf, N. S. and T. F. Allawi. 1981. Control of *Bemisia tabaci* Genn., a vector of tomato yellow leaf curl virus disease in Jordon. Zeitschrift fur Pflanznkrankheken und Pflanzenschutz 88: 123-131. (c. a. Hort. Abstr. 51: 7025, 1981).

Sharma, P. 2002. Induction of systemic resistance in cauliflower to downy mildew by exogenous application of plant activator. Ann. Plant Prot. Sci. 10(1): 99-102.

Sharma, S. and A. Bharadwaj. 2005. Suppression of *Meloidogyne incognita* in *Lycopersicon esculentum* with AM fungi and plant extracts. Acta Hort. No. 695: 379-388.

Sharon, E., M. Bar-Eyal, I. Chet, A. Herrera-Estrella, O. Kleifeld and Y. Spiegel. 2001. Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. Phytopathology 91: 687-693.

Sharvelle, E.G. 1979. Chemical control of plant diseases. University Pub., College Station, Texas. 340 p.

Sharvelle, E.G. 1979. Plant disease control. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut. 331 p.

Shetty, K. G., K. V. Subbarao, O. C. Huisman, and J. C. Hubbard. 2000. Mechanism of broccoli-mediated verticillium wilt reduction in cauliflower. Phytopathology 90: 305-310.

Shim, H. S., C. S. Kang, J. W. Park, and J. O. Lee. 1998. Studies on the inhibitory [sic] of plant disease using ultraviolet-aborbing vinyl film. (In Korean with English summary). RDA J. Crop Prot. 40(2): 46-49.

Shimada, T. 1994. Control of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius), using

vinyl films that absorb ultra-violet. (In Japanese with English summary). Proceedings of the Kanto-Tosan Plant Protection Society No. 41: 213-216. (c. a. Hort. Abstr. 66: 1456; 1996).

Shimizu, K., Y. Matsuda, T. Nonomura, H. Ikeda, N. Tamura, S. Kusakari, J. Kimbara, and H. Toyoda. 2007. Dual protection of hydroponic tomatoes from rhizosphere pathogens *Ralstonia solanacearum* and *Fusarium oxsporum* f. sp. *radicis-lycopersici* and airborne conidia of *Oidium neolycopersici* with an ozone-generative electrostatic spore precipitator. Plant Pathology 56(6): 987-997.

Shin, Y. A. and T. Nobuo. 1993. Effects of soil moisture and inoculation density on the incidence of Phytophthora blight of red pepper. (In Korean with English summary). RDA Journal of Agricultural Science, Crop Protection 35(2): 353-358. c. a. Rev. Plant Path. 74(1): 385, 1995.

Shiomi, T. 1992. Black rot of cabbage seeds and its disinfection under a hot-air treatment. JARQ, Japan Agricultural Research Quarterly 26(1): 13-18.

Sholberg, P. L. and A. P. Gaunce. 1995. Fumigation of fruit with acetic acid to prevent postharvest decay. HortScience 30(6): 1271-1275.

Shoresh, M., I. Yedidia, and I. Chet. 2005. Involvement of jasmonic acid / ethylene signaling pathway in the systemic resistance induced in cucumber by *Trichoderma asperellum* T203. Phytopathology 95: 76-84.

Shternshis, M. V., L. A. Ovchinnikova, A. B. Duzhak, and O. G. Tomilova. 2002. The efficiency of viral and bacterial entomopathogens formulated with chitinase for biocontrol of lepidopteran cabbage pests. Archives of Phytopathology and Plant Protection 35(2): 161-169.

Siddiqui, I. A., S. Ehteshamul-Haque, and A. Ghaffar. 1999. Root dip treatment with *Pseudomonas aeruginosa* and *Trichoderma* spp., in the control of root rot-knot disease complex in chilli (*Capsicum annuum* L.). Pakistan J. Nematol. 17(1): 67-75.

Siddiqui, Y., S. Meon, R. Ismail, M. Rahmani, and A. Ali. 2008. Bio-efficiency of compost extracts on the wet rot incidence, morphological and physiological growth of okra (*Abelmoschus esculentus* [(L.) Moench]). Scientia Horticulturae 117(1): 9-14.

Silué, D., E. Pajot, and Y. Cohen. 2002. Induction of resistance to downy mildew (*Peronospora parasitica*) in cauliflower by DL-β-amino-n-butanoic acid (BABA). Plant Path. 51(1): 97-102.

Silva-Aguayo, G. and R. E. Cancelado. 2006. Botanical insecticides. In: Radcliffe's IPM world textbook, University of Minnesota. The Internet.

Silveira, N. S. S., S. J. Michereffi, M. Menezes, and G. M. Campos-Takaki. 1994. Potential of *Trichoderma* ssp. isolates on the control of *Sclerotium rolfsii* on beans. (In Portuguese with English summary). Summa Phytopathologica 20(1): 22-25. (c. a. Rev. Plant Path. 73(11): 7838; 1994).

Simmons, A. M. and D. M. Jackson. 1999. An ultrasonic fogging device for managing *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) in greenhouse vegetables. Journal of Entomological Science 34(4): 494-496.

Singh, P. K. and T. R. Gopalakrishnan. 1997. Grafting for wilt resistance and productivity in brinjal (*Solanum melongna* L.). Horticultural Journal 10(2): 57-64.

Singh, P. P., Y. C. Shin, C. S. Park, and Y. R. Chung. 1999. Biological control of Fusariu wilt of cucumber by chitinolytic bacteria. Phytopathology 89(1): 92-99.

Singh, H. B. and A. K. Handique. 1997. Antifungal activity of the essential oil of *Hyptis suaveolens* and its efficacy in biocontrol measures in combination with *Trichoderma harzianum*. Journal of Essential Oil Research 9(6): 683-687.

Singh, P., G. A. C. Beattie, A. D. Clift, D. M. Watson, G. O. Furness, L. Tesoriero, V. Rajakulendran, R. A. Parkes, and M. Scanes. 2000. Petroleum spray oils and tomato integrated pest and disease management in southern Australia. General and Applied Entomology 29: 69-93.

Sivan, A. and I. Chet. 1993. Integrated control of Fusarium crown and root rot of tomato with *Trichoderma harzianum* in combination with methyl bromide or soil solarization. Crop Protection 12(5): 380-386.

Smid, E. J. and L. G. M. Gorris. 1994. Storage conditions and fertilization affect bacterial soft rot. Kartoffelbau 45(8): 313-315. (c. a. Rev. Plant Path. 74(9): 5722, 1995).

Smid, E. J., L. Hendriks, H. A. M. Boerrigter, and L. G. M. Gorris. 1996. Surface disinfection of tomatoes using the natural plant compound trans-cinnamaldehyde. Postharvest Biology and Technology 9(3): 343-350.

Smith, K. M. 1977. Plant viruses (6th ed.). Chapman and Hall, London. 241 p.

Smith, V. L. 1996. Enhancement of snap bean emergence by *Gliocladium virens*. HortScience 31(6): 984-985.

Smith, K. P., J. Handelsman, and R. M. Goodman. 1997. Modeling dose-response relationships in biological control: partitioning host responses to the pathogen and biocontrol agent. Phytopathology 87(7): 720-729.

Smith, H. A., R. L. Koenig, H. J. McAuslane, and R. McSorley. 2000. Effect of silver reflective mulch and a summer squash trap crop on densities of immature *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on organic bean. J. Economic Eentomol. 93(3): 726-731.

Smith, R., W. T. Lanini, M. Gaskell, J. Mitchell, S. T. Koike, and C. Fouche. 2000. Weed management for organic crops. Division of Agriculture and Natural Resources, University of California. Publication 7250. 5 p.

Smith-Becker, J., E. Marois, E. J. Huguet, S. L. Midland, J.J. Sims, and N. T. Keen. 1998. Accumulation of salicylic acid and 4-hydroxybenzoic acid in phloem fluids of cucumber during systemic acquired resistance is preceded by a transient increase in phenylalanine ammonia-lyase activity in petioles and stems. Plant Physiology 116(1): 231-238.

Smolinska, U., M. J. Morra, G. R. Knudsen, and R. L. James. 2003. Isothiocyanates produced by Brassicaceae species as inhibitors of *Fusarium oxysporum*. Plant Dis. 87(4): 407-412.

Sneh, B. and M. Ichielevich-Auster. 1998. Induced resistance of cucumber seedings caused by some non-pathogenic *Rhizoctonia* (np-R) isolates. Phytoparasitica 26(1): 27-38.

Spence, N. J., A. Mead, A. Miller, E. D. Shaw, and D. G. A. Walkey. 1996. The effect on yield in courgette and marrow of the mild strain of zucchini yellow mosaic virus used for cross-protection. Annals of Applied Biology 129(2): 247-259.

Spletzer, M. E. and A. J. Enyedi. 1999. Salicylic acid induces resistance to *Alternaria solani* in hydroponically grown tomato. Phytopathology 89(9): 722-727.

Sreenivasa, M. N. 1994. VA mycorrhiza in conjunction with organic amendments improve growth and yield of chilli. Environment and Ecology 12(2): 312-314.

Screenivasa, M.N. 1994. Biological deterrent activities of VA mycorrhizae and *Trichoderma harzianum* on *Sclerotium rolfsii* at different P-levels in chilli. Environment and Ecology 12(2): 319-321.

Stanley, R., M. Brown, N. Poole, M. Rogerson, D.C. Sigee, C. Knight, C. Ivin, H.A.S. Epton, and C. Leifert. 1994. Biocontrol of post-harvest fungal diseases on Dutch white cabbage by *Pseudomonas* and *Serratia* antagonists in storage trials. Plant Pathology 43(4): 605-611.

Stanghellini, M. E. and R. M. Miller. 1997. Biosurfactants: their identity and potential efficacy in the biological control of zoosporic plant pathogens. Plant Dis. 81(1): 4-12.

Stanghellini, M. E., D. H. Kim, S. L. Rasmussen, and P. A. Rorabaugh. 1996. Control of root rot of peppers by *Phytophthora capsici* with a nonionic surfactant. Plant Disease 80: 1113-1116.

Starratt, A. N. and G. Lazarovits. 1999. Herbicide-induced disease resistance and associated increase in free amino acid levels in melon plants. Canad. J. Plant Pathol. 21(1): 33-36.

Steenis, M. J. van and K. A. M. H. El-Khawass. 1996. Different parasitoid introduction schemes determine the success of biological control of *Aphis gossypii* with the parasitoid *Aphidius colemani*. Bulletin OILB/SROP 19(1): 159-162. c. a. Hort. Abstr. 67(2): 1251; 1997.

Sterk, G. and P. Meesters. 1997. IPM on strawberries in glasshouses and plastic tunnels in Belgium, new possibilities. Acta Horticulturae No. 439: 905-911.

Sterk, G., K. Bolckmans, and J. Eyal. 1996. A new microbial insecticide, *Paecilomyces fumosoroseus* strain Apoka 97, for the control of the greenhouse whitefly, pp. 461-466. In: Brighton Gop Protection conference: Pests & Diseases. Vol.2. British Crop Protection Council, Farnham, UK.

Stevens, C., V. Khan, M.A. Wilson, J. Brown, and A.Y. Tang. 1988a. Control of southern blight in bell peppers by soil solarization. (Abstr.). HortScience 23: 830-831.

Stevens, C., V. Khan, A.Y. Tang, and C. Bonsi. 1988b. The effect of soil solariztion on growth response and root knot damage of sweet potato. (Abstr.). HortScience 23: 827.

Stevens, C., V. Khan, A. Y. Tang, and M.A. Wilson. 1988c. The effect of soil solarization on earliness and yield of cabbage and broccoli. (Abstr.). HortScience 23: 829.

Stevens, C., V.A. Khan, T. Okoronkwo, A.Y. Tang, M.A. Wilson, J.Lu, and J.E. Brown. 1990. Soil solarization and Dacthal: influence on weeds, growth, and root microflora of collards. HortScience 25: 1260-1262.

Stevens, C. et al. 1999. Induced resistance of sweet potato to fusarium root rot by UV-C hormesis. Crop Protection 18(7): 463-470.

Sticher, L., B. Mauch-Mani, and J.P. Métraux. 1997. Systemic acquired resistance. Ann. Rev. Phytopathol. 35: 235-270.

Stimmann, M. W., J.B. Bailey, A.S. Deal, and J.P. Litewka. 1981. Insecticides. *In* University of California "Insects, Mites, and Other Invertebrates and their Control in California"; pp. 67-89. Div. Agric. Nat. Resources. Pub. 4044.

Stone, A.G., G. E. Vallad, L. R. Cooperband, D. Rotenberg, H. M. Darby, R. V. James, W. R. Stevenson, and R. M. Goodman. 2003. Effect of organic amendments on soilborne and foliar diseases in field-grown snap bean and cucumber. Plant Dis. 87(9): 1037-1042.

Streek, G. and P. Meesters. 1997. IPM on strawberries in glasshouse and plastic tunnels in Belgium, new possibilities. Acta-Hort. No. 439: 905-911.

Strider, D. L. 1969. Bacterial canker of tomato caused by *Corynebacterium michiganense*. N. C. Agric. Exp. Sta., Tech. Bul. No. 193. 110 p.

Strobel, N. E., C. Ji, S. Gopalan, J.A. Kuc, and S. Y. He. 1996. Introduction of systemic acquired resistance in cucumber by *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* 61 $HrpZ_{pss}$ protein. Plant Journal 9(4): 431-439.

Suarez-Estrella, F., C. Vargas-Garcia, M.J. Lopez, C. Capel, and J. Moreno. Antagonistic activity of bacteria and fungi from horticultural compost against *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*. Crop Protection 26(1): 46-53.

Subbarao, K. V. 1998. Progress toward integrated management of lettuce drop. Plant Disease 82(1): 1068-1078.

Subbarao, K. V. and J. C. Hubbard. 1996. Interactive effects of broccoli residue and temperature on *Verticillium dahliae* microsclerotia in soil and on wilt in cauliflower. Phytopathology 86(12): 1303-1310.

Subbarao, K. V., S. T. Koike, and J. C. Hubbard. 1996. Effects of deep plowing on the distribution and density of *Sclerotinia minor* sclerotia and lettuce drop incidence. Plant Disease 80(1): 28-33.

Subbarao, K. V., J. C. Hubbard, and S. T. Koike. 1999. Evaluation of broccoli residue incorporation into field soil for verticillium wilt control in cauliflower. Plant Dis. 83: 124-129.

Sultana, V., J. Ara, and S. Ehteshamul-Haque. 2008. Suppressiön of root rotting fungi and root knot nematode of chili by seaweed and *Pseudomonas aeruginosa*. J. Phytopathol. 156(7-8): 390-395.

Sumner, D. R., R. D. Gitaitis, J. D. Gay, D. A. Smittle, B. W. Maw, E. W. Tollner, and Y. C. Hung. 1997. Control of soilborne pathogenic fungi in fields of sweet onion. Plant Dis. 81: 885-891.

Summers, C. G., J. J. Stapleton, A. S. Newton, R. A. Duncan, and D. Hart. 1995. Comparison of sprayable and film mulches in delaying the onest of aphid-transmitted virus diseases in zucchini squash. Plant Disease 79(11): 1126-1131.

Summers, C.G., A.S. Newton. Jr., and K.R. Hansen. 1995. Susceptibility of selected grape cultivars and tree fruit to silverleaf whitefly (*Bemisia argentifolii*) colonization. HortScience 30(5): 1040-1042.

Sundaresan, P., N.U. Raja, and P. Gunasekaran. 1993. Induction and accumulation of phytoalexins in cowpea roots infected with a mycorrhizal fungus *Glomus fasciculatum* and their resistance to fusarium wilt disease. Journal of Biosciences 18(2): 291-301.

Sutton, J. C., D. W. Li, G. Peng, H. Yu, P. Zhang, and R. M. Valdebenito-Sanhueza. 1997. A versatile adversary of *Botryis cinerea* in crops. Plant Disease 81(4): 319-328.

Tabashnik, B. E., Y.B. Liu, N. Finson, L. Masson, and D. G. Heckel. 1997. One gene in diamondback moth confers resistance to four *Bacillus thuringiensis* toxins. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 94: 1640-1644.

Takenaba, S., H. Sekiguchi, Z. Nakaho, M. Tojo, A. Masunaka, and H. Takahashi. 2008. Colonization of *Pythium oligandrum* in the tomato rhizosphere for biological control of bacterial wilt disease analyzed by real-time PCR and Confocal laser-scanning microscopy. Phytopathology 98(2): 187-195.

Talavera, M., K. Itou, and T. Mizukubo. 2001. Reduction of nematode damage by root colonization with arbuscular mycorrhiza (*Glomus* spp.) in tomato-*Meloidogyne incognita*

(Tylenchida: Meloidogynidae) and carrot-*Pratylenchus penetrans* (Tylenchida: Pratylenchidae) pathosystems. Applied Entomolgy and Zoology 36(3): 387-392.

Talekar, N. S. 1996. Biological control of diamondback moth in Taiwan – a review. Plant Protection Bulletin (Taipei) 38(3); 167-189.

Tamietti, G. and D. Valentino. 2001. Soil solarization: a useful tool for control of verticillium wilt and weeds in eggplant crops under plastic in the Po Valley. J. Plant Pathol. 83(3): 173-180.

Tamietti, G., L. Ferraris, A. Matta, and I. A. Gentile. 1993. Physiological responses of tomato plants grown in Fusarium suppressive soil. J. Phytopathol. 138(1): 66-76.

Tanaka, S., T. Ito, Y. Ochi, Y. Someya, and T. Hirabayashi. 2000. Effect of nitrogen concentrations of nutrient solution on the occurrence and development of downy mildew in susceptible and resistant cucumber cultivars. (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 69(3): 339-345. c. a. Rev. Plant Path. 79(12): Abstr. 8928; 2000.

Tashouridou, P. C. and C. C. Thanassoulopoulos. 2002. Proliferation of *Trichoderma koningii* in the tomato rhizosphere and the suppression of damping-off by *Sclerotium rolfsii*. Soil Biology & Biochemistry 34(6): 767-776.

Tavella, L., A. Alma, A. Conti, A. Arzone, P. Roggero, E. Ramasso, G. Dellavalle, and V. Lisa. 1997. Thrips and tomato spotted wilt tospovirus in a sweet pepper greenhouse in Liguria. (In Italian with English summary). Colture Protette 26(7/8): 79-83. c. a. Rev. Plant Path. 77(7): 5819; 1998.

Tegg, R. S., W. M. Gill, H. K. Thompson, N. W. Davies, J.J. Ross, and C. R. Wilson. 2008. Auxin-induced resistance to common scab disease of potato linked to inhibition of thaxtomin A toxicity. Plant Dis. 92(9): 1321-1328.

Thaler, J. S. 1999. Jasmonic acid mediated interactions between plants, herbivores, parasitoids, and pathogens: a review of field experiments in tomato, pp. 319-334. In: A. A. Tuzun and E. Bent (Eds). Induced plant defenses against pathogens and herbivores: biochemistry, ecology, and agriculture. American Phytopathological Society, St. Paul, USA.

Thao, H. T. B., T. Yamakawa, A. K. Myint, and P. S. Sarr. 2008. Effects of phosphite, a reduced form of phosphate, on the growth and phosphorus nutrition of spinach (*Spinacia oleracea* L.). Soil Sci. Plant Nutr. 54(5): 761-768.

Thies, J. A., R. F. Davis, J. D. Mueller, R. L. Fery, D. B. Langston, and G. Miller. 2004. Double-cropping cucumbers and squash after resistant bell pepper for root-knot nematode management. Plant Dis. 88: 589-593.

Thompson, H.C. and W.C. Kelly. 1957. Vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N.Y. 611 p.

Thornton, M. K. and S. K. Mohan. 1996. Response of sweet Spanish onion cultivars and numbered hybrids to basal rot and pink root. Plant Dis. 80(6): 660-663.

Thrane, C., A. Tronsmo, and D. F. Jensen. 1997. Endo-1,3-β-glucanase and cellulase from *Trichoderma harzianum*: purification and partial characterization, induction of and biological activity against plant pathogenic *Pythium* spp. European Journal of Plant Pathology 103(4): 331-344.

Thrane, C., D. F. Jensen, and A. Tronsmo. 2000. Substrate colonization, strain competition, enzyme production *in vitro*, and biocontrol of *Pythium ultimum* by *Trichoderma* spp. isolates P1 and T3. Europ. J. Plant Pathol. 106: 215-225.

Tietjen, W. H., W.P. Cowgill, Jr., M. H. Maletta, P.J. Nitzsche, and S. A. Johnston. 2001. Stake culture reduces foliar disease and postharvest fruit rot in tomatoes grown under weekly or forcaster-generated fungicide schedules. HortTechnology 11(2): 230-233.

Titone, P., Q. Migheli, M. Acutis, and A. Garibaldi. 1998. Potassium monophosphate in the control of powdery mildew on zucchini. (In Italian with English summary). Colture Protette 27(4): 73-79. c. a. Rev. Plant Path. 77(10): 8427; 1998.

Tiuterev, S. L., L. K. Khatskevich, M. V. Sokolova, and E. V. Popova. 1995. Use of the chitinolytic bacterium *Serratia marcescens* to protect cucumber plants from the soil-inhabiting *Fusarium* fungi. Russian Agricultural Science No. 3: 35-38. c. a. Rev. Plant Path. 75(10): 6708; 1996.

Tomczyk, A. and A. pilko. 1996. Prospect for integration of the defence abilities of the host and *Phytoseiulus persimilis* activity in spider mite control on cucumber. Bulletin OILB/SROP 19(1): 175-178. c. a. Hort. Abstr. 67(2): 1250; 1997.

Tomlinson, J. A. and B. J. Thomas. 1986. Studies on melon necrotic spot virus disease of cucumber and the control of the fungus vector (*Olpidium radicale*). Annals of Applied Biology 108(1): 71-80.

Tomassoli, L., A. Cupidi, and M. Barba. 1993. Defence of courgette from viral infections: use of "non-fabric" material. (In Italian). Informatore Agrario 49(43): 53-56. c. a. Rev. Plant Path. 74: 3604; 1995.

Ton, J., S. Davison, L. C. Van Loon, and C. M. J. Pieterse. 2001. Heritability of rhizobacteria-mediated induced systemic resistance and basal resistance in Arabidopsis. Europ. J. Plant Pathol. 107: 63-68.

Torres-Barragán, A., E. Zavaleta-Mejia, C. Gonzālez-Cháves, and R. Ferrera-Cerrato. 1996. The use of arbuscular mycorrhizae to control onion white rot (*Sclerotium cepivorum* Berk.) under field conditions. Mycorrhiza 6(4): 253-257.

Toyota, K., K. Yamamoto, and M. Kimura. 1994a. Mechanisms of suppression of *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani* in soils so-called suppressive to fusarium-wilt of radish. Soil Sci. Plant Nutr. 40(3): 373-380.

Toyota, K., K. Yamamoto, and M. Kimura. 1994b. Isolation and characterization of bacteria responsible for the suppression of *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani* on the host rhizoplane. Soil Sci. Plant Nutr. 40(3): 381-390.

Trionfetti Nisini, P., A. Buzi, E. Granati, G. Chilosi, P. Crino, and P. Magro. 2000. Screening for resistance to *Didymella bryoniae* in rootstocks of melon. Bulletin OEPP 30(2): 231-234.

Tropical Development and Research Institute. 1986. Pest control in tropical onions. London. 109 p.

Tsay, J. G. and B. K. Tung. 1991. *Ampelomyces quisqualis* Ces. Ex Schlecht., a hyperparasite of the asparagus bean powdery mildew pathogen *Erysiphe polygoni* in Taiwan. Transactions of the Mycological Society of Republic of China. 6(2): 55-58. (c. a. Rev. Plant Path. 1995, 74: 4936).

Tsror, L. 1999. Biological control of early blight in tomatoes. Acta Hort. No. 487: 271-273.

Tu, J. C. 1997a. An integrated control of white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*) on beans, with emphasis on recent advances in biological control. Botanical Bulletin of Academia Sinica 38(2): 73-76. (c. a. Hort. Abstr. 67: 10508; 1997.

Tu, J. C. 1997b. Biological control of white mould in white beans using *Trichoderma viride*, *Gliocladium roseum* and *Bacillus subtilis* as protective foliar spray. Mededelingen-Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen. Universiteit Gent 62(3b): 979-986. (c. a. Rev. Plant Path. 77: 6535; 1998).

Tu, J. C. and B. Harwood. 2005. Disinfestation of circulating nutrient solution by filtration as a means to control *Pythium* root rot of tomatoes. Acta. Hort. No. 695: 303-308.

Tu, J. C. and J. M. Zheng. 1994. Comparison of several biological agents and benomyl in the control of fusarium crown and root rot of tomatoes, pp. 951-958. In: 46th International symposium on crop protection, Gent, Belgium, 3 May, 1994. Mededelingen-Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent. (c. a. Rev. Plant Path. 75: 397; 1996).

Tu, J. C., A. P. Papadopoulos, X. Hao, and J. Zheng. 1999. The relationship of Pythium root rot and rhizosphere microorganisms in a closed circulating and on open system in rockwool culture of tomato. Acta Hort. No. 481: 577-585.

Tworkosi, T. 2002. Herbicide effects of essential oils. Weed Sci. 50(4): 425-431.

Tzeng, D. D. S., H. C. Tzeng, R. S. Chen, A. H. Cheng, C. C. Tsai, C. W. Chen, T. C. Hwang, Y. Yeh, and J. E. DeVay. 1996. The use of MR formulation as a novel and environmentally safe photodynamic fungicide for the control of powdery mildews. Crop Prot. 15(4): 341-347.

Tzortzakis, N. G. 2007. Methyl jasmonate-induced suppression of anthracnose rot in tomato fruit. Crop Protection 26(10): 1507-1513.

Tzortzakis, N., I. Singleton, and J. Barnes. 2008. Impact of low-level atmospheric ozone-enrichment on black spot and anthracnose rot of tomato fruit. Postharvest Biology and Technology 47(1): 1-9.

Umesh, K. C., J. Valencia, C. Hurley, W. D. Gubler, and B. W. Falk. 1995. Stylet oil provides limited control of aphid-transmitted viruses in melons. California Agriculture 49(3): 22-24.

University of California. 1987. Integrated pest management of cole crops and lettuce. Div. Agric. Natural Resources. Pub. No. 3307. 112 p.

Urquhart, E. J. and Z. K. Punja. 1997. Epiphytic growth and survival of *Tilletiopsis pallescens*, a potential biological control agent of *Sphaerotheca fuliginea*, on cucumber leaves. Canad. J. Bot. 75(6): 892-901.

Ushchekov, A. T. 1994. *Diglyphus* as an efficient parasitoid of mining flies. (In Russian). Zashchita Rastenii (Moskva) No. 3: 56-57. (c. a. Hort. Abstr. 66: 1459, 1996).

Ushiki, J., S. Tahara, Y. Hayakawa, and T. Tadano. 1998. Medicinal plants for suppressing soil-borne plant diseases: II. Suppressive effect of *Geranium pratense* L. on common scab of potato and identification of the active compound. Soil Science and Plant Nutrition 44(2): 157-165.

Utkhede, R. S. and C. A. Koch. 2002. Chemical and biological treatments for control of gummy stem blight of greenhouse cucumbers. Europ. J. Plant Pathol. 108: 443-448.

Utkhede, R.S., C. A. Lévesque, and D. Dinch. 2000. *Pythium aphanidermatum* root rot in hydroponically grown lettuce and the effect of chemical and biological agents on its control. Canad. J. Plant Pathol. 22(2): 138-144.

Vaissiere, B. E. and R. Froissart. 1996. Pest management and pollination of cantaloupes grown under spunbonded row covers in west Africa. J. Hort. Sci. 71(5): 755-766.

Valdez, R. B. 1979. Nematodes attacking tomato and their control. *In* Asian Vegetable Research and Development Center "Proceedings of the 1st International Symposium on Tropical Tomato"; pp. 136-150. Shanhua, Taiwan, Republic of China.

Valdez, J. A. and D. A. Wolfenbarger. 1995. Yellow traps and insecticides for control of a strain of sweet patato whitefly and associated virus incidence on pepper. Journal of Entomological Science 30(3): 342-348.

Valsov, Yu. I., T. A. Yakutkina, and S. V. Balaeva. 1974. Studies on protective inoculation of tomatoes against virus diseases in the Leningrad region (In Russian). Trudy Vsesoyuznogo Nauchno-Issledovatel-Skogo Instituta Zashchity Rastenii 41: 46-49.

Vanachter, A. 1995. Development of *Olpidium* and *Pythium* in the nutrient solutions of NFT grown lettuce, and possible control methods. Acta Hort. No. 382: 187-196.

Vandenberg, J. D., A. M. Shelton, W. T. Wilsey, and M. Ramos. 1998. Assessment of *Beauveria bassiana* sprays for control of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) on crucifers. Journal of Economic Entomology 91(3): 624-630.

Vanderveken, J. and S. Coutisse. 1975. Control of tobacco mosaic virus in tomato by cross protection. (In French). Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent 40: 791-797.

Van de Veire, M. and D. Degheele. 1996. Toxicity of the fungal pathogen *Paecilomyces fumosoroseus* strain Apopka 97 to the greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* and the parasitoid *Encarsia formosa*, and first results of a control experiment in glasshouse tomatoes. OILB/SROP 19(1): 191-194.

Van de Vrie, M. and J. F. Price. 1994. Manual for biological control of twospotted spider mites on strawberry in Florida. Dover Res. Rep. DOV-1994-1, Gulf Coast Res. & Edu. Center-Dover, Univ. Florida.

Van Driesche, R. G., S. Lyon, and C. Nunn. 2006. Compatibility of spinosad with predacious mites (Acari: Phytoseiidae) used to control western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) in greenhouse crops. Florida Entomologist 89(3): 396-401.

Van Loon, L. C., P. A. H. M. Bakker, and C. M. J. Pieterse. 1998. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. Ann. Rev. Phytopathol. 36: 453-483.

Vanneste, J. L., J. H. Perry, L. J. Perry-Meyer, and R. J. Redford. 1994. *Erwinia herbiocla* Eh252 as a biological control agent of bacterial soft rot on potatoes, pp. 198-200. In: A. J. Popay (Ed.). Proceedings of the forty seveth New Zealand plant protection conference (c. a. Rev. Plant Path. 75(4): 2427; 1996).

Van Steenis, M. J. and K. A. M. H. El-Khawass. 1996. Different parasitoid introduction schemes determine the success of biological control of *Aphis gossypii* with the parasitoid *Aphidius colemani*. Bul. OILB/SROP 19(1): 159-162.

Varrac, J., A. Michalikova, and M. Ondrej. 1996. Influence of a mixture of the beneficial strain *Pseudomonas fluorescens* CHAO and some strains of antagonistic fungi *Trichoderma* spp. In a suppression of cucumbers under conditions of natural soils. Ochrana Rostlin 32(4): 287-298. c. a. Hort. Abstr. 67(7): 5913; 1997.

Vavrina, C. S., P. A. Stansley, and T. X. Liu. 1995. Household detergent on tomato: phytotoxicity and toxicity to silverleaf whitefly. HortScience 30(7): 1406-1409.

Velandia, J., R. P. Galindo, and C. D. de Moreno. 1998. Poultry manure evaluation in the control of *Plasmodiophora brassicae* in cabbage. (In Spanish). Agronomia Colombiana 15(1): 1-6. c. a. Rev. Plant Path. 78(5): 3405; 1999.

Verhaar, M. A., T. Hijwegen, and J. C. Zodoks. 1996. Glasshouse experiments on biocontrol of cucumber powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) by the mycoparasites *Verticillium lecanii* and *Sporothrix rugulosa*. Biological Control 6(3): 353-360.

Verhaar, M. A., K. K. Ostergaard, T. Hijwegen, and J. C. Zadoks. 1997. Preventive and curative applications of *Verticillium lecanii* for biological control of powdery mildew. Biocontrol Science and Technology 7(4): 543-551.

Verhaar, M. A., T. Hijwegen, and J. C. Zadoks. 1998. Selection of *Verticillium lecanii* isolates with high potential for biocontrol of cucumber powdery mildew by means of components analysis at different humidity regimes. Biocontrol Science and Technology 8(4): 465-477.

Verma, A. and R. B. Singh. 1994. *Clerodendrum aculeatum* – a possible prophylactic agent against natural viral infection in mungbean. Ann. Plant Prot. Sci. 2(2): 60-63.

Verma, H. N., S. Srivastava, Varsha, and D. Kumar. 1996. Induction of systemic resistance in plants against viruses by a basic protein from *Clerodendrum aculeatum* leaves. Phytopathology 86(5): 485-492.

Viaene, N. M. and G. S. Abawi. 2000. *Hirsutella rhossiliensis* and *Verticillium chlamydosporium* as biocontrol agents of the root-knot nematode *Meloidogyne hapla* on lettuce. J. Nematol. 32(1): 85-100.

Volt, A. C., D. K. Klessig, and S. W. Park. 2008. Systemic acquired resistance: the elusive signal(s). Current Opinion in Plant Biology 11(4): 436-442.

Voss, R. E. (Ed.). 1979. Onion production in California. Univ. Calif., Div. Agr. Sci., Priced Pub. No. 4097. 49 p.

Walia, K. K. and D. C. Gupta. 1997. Management of root-knot nematode, *meloidogyne javanica* on vegetable crops with *Tagetes* sp. Indian Journal of Nematology 27(1): 18-23. c. a. Hort. Abstr. 68(12): 1057; 1998.

Waliwitiya, R., M. B. Isman, R. S. Vernon, and A. Riseman. 2005. Inesecticidal activity of selected monoterpenoids and rosemary oil to *Agriotes obscurus* (Coleoptra: Elateridae). J. Economic Entomol. 98(5): 1560-1565.

Walker, R., C. M. J. Ferguson, N. A. Booth, and Ė. J. Allan. 2002. The symbiosis of *Bacillus subtilis* L-forms with Chinese cabbage seedlings inhibits conidial germination of *Botrytis cinerea*. Letters Appl. Microbiol. 34(1): 42-45.

Walters, S. A. and K. R. Barker. 1994. Efficacy of *Paecilomyces lilacinus* in suppressing *Rotylenchulus reniformis* on tomato. J. Nematol. 26(4 supp.): 600-605.

Walters, S. A. and T. C. Wehner. 1997. 'Lucia', 'Manteo', and 'Shelby' root-knot nematode-resistant cucumber inbred lines. HortScience 32(7): 1301-1303.

Walters, S. A., T. C. Wehner, and K. R. Barker. 1996. NC-42 and NC-43: root-knot nematode-resistant cucumber germplasm. HortScience 31(7): 1246-1247.

Wang, C. Y. 1997. Infection and control of grey mold disease in strawberry. (In Chinese). Plant Protection 23(3): 32-33. c. a. Hort. Abstr. 68(10): 8386; 1998.

Wang, S. Y. and D. D. S. Tzeng. 1998. Methionine-Riboflavin mixtures with surfactants and metal ions reduce powdery mildew infection in strawberry plants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123(6): 987-991.

Wang, Q. C. and J. P. T. Valkonen. 2008. Efficient elimination of sweetpotato little leaf phytoplasma from sweetpotato by cryotherapy of shoot tips. Plant Pathol. 57(2): 338-347.

Wang, H. L., D. Gonsalves, R. Provvidenti, and H. L. Lecoq. 1991. Effectiveness of cross protection by a mild strain of zucchini yellow mosaic virus in cucumber, melon and squash. Plant Dis. 75: 203-207.

Warren, J. E., and M. A. Bennett. 1999. Bio-osmopriming tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seeds for improved stand establishment. Seed Science and Technology 27(2): 489-499.

Wasternack, C. and B. Parthier. 1997. Jasmonate-signalled plant gene expression. Trends in Plant Science 2(8): 302-307.

Watanabe, M. A., G. J. de Moraes, I. Gastaldo, Jr., and G. Nicolella. 1994. Biological control of two spotted spider mite with predatory phytoseiids (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) on cucumber and strawberry). (In Portuguese with English summary). Scientia Agricola 51(1): 75-81. c. a. Hort. Abstr. 66(7): 5902; 1996.

Webb, S. E. and S. B. Linda. 1992. Evaluation of spunbonded polyethylene row covers as a method of excluding insects and viruses affecting fall-grown squash in Florida. Journal of Economic Entomology 85: 2344-2352.

Webb, S. E. and S. B. Linda. 1993. Effect of oil and insecticide on epidemics of potyviruses in watermelon in Florida. Plant Disease 77(9): 869-874.

Webb, S. E. 1994. Management of insect pests of squash. Proc. Florida State Hort. Soc. 106: 165-168.

Wei, G., J. W. Kloepper, and S. Tuzun. 1996. Induced systemic resistance to cuccmber diseases and increased plant growth by plant growth-promoting rhizobacteria under field conditions. Phytopathology 86: 221-224.

Weintraub, P. G. and A. R. Horowitz. 1999. Management of the whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.) on melon by vacuum removal. Insect Science and its Application 19(2/3): 173-178.

Weintraub, P. G., Y. Arazi, A. R. Horowitz, P. G. Weintraub, Y. Arazi, and A. R. Horowitz. 1996. Management of insect pests in celery and potato crops by pneumatic removal. Crop Protection 15(8): 763-769.

Weinzierl, R., T. Henn, P. G. Koehler, and C. L. Tucker. 2006. Insect attractants and traps. University of Florida, IFAS Extension. The Internet.

Weinzierl, R., T. Henn, P. G. Koehler, and C. L. Tucker. 2006. Microbial insecticides. IFAS Extension, University of Florida. The Internet.

Weng, Z. X., B. D. Li, and D. X. Feng. 1993. Study on enhancement of cucumber resistance and yield by grafting on *Cucurbita ficifolia*. (In Chinese). Chinese Vegetables No. 3: 11-15. c. a. Rev. Plant Path. 74(3): 1575; 1995.

West, J. S., S. Pearson, P. Hadley, A. E. Wheldon, F. J. Davis, A. Gilbert, and R. G. C. Henbest. 2000. Spectral filters for the control of *Botrytis cinerea*. Annals of Applied Biology 136(2): 115-120.

Whipps, J. M. 1997. Developments in the biological control of soil-borne plant pathogens. Adv. Bot. Res. 26: 1-134.

Whitecomb. R. F. and J. G. Tully. (Eds). 1979. The mycoplasmas. Vol III. Plant and insect mycoplasmas. Academic Pr., N. Y. 351 p.

Wicks, T. G., B. Hall, and P. Pezzaniti. 1994. Fungicidal control of metalaxyl-insensitive strains of *Bremia lactucae* on lettuce. Crop Proptection 13(8): 617-623.

Widmer, T. L. and G. S. Abawi. 2000. Mechanism of suppression of *Meloidogyne hapla* and its damage by a green manure of Sudan grass. Plant Dis. 84(5): 562-568.

Wijeratne, P. M. 1996. Some aspects of chili leaf curl control in Sri Lanka. TVIS Newsletter (AVRDC) 1(1): 17-18.

Wilhelm, S., J. E. Sagen, D. H. Hall, D. Y. Rosenberg, C. W. Nichols, and, A. Schlocker. 1965. Branched broomrape (*Orobanche ramosa*): a threat to California crops. Univ. Calif., Div. Agric. Sci. Leaflet No. 182.

Williams, P. H., J. C. Walker, and G. S. Pound. 1968, Hybelle and Sanibel, multiple disease-resistant F1 hybrid cabbages. Phytopathology 58: 791-796.

Wilson, M. J., D. M. Glen, S. K. George, and L. A. Hughes. 1995. Biocontrol of slug in protected lettuce using the rhabditid nematode *Plasmarhabditis hermaphrodita.* Biocontrol Science and Technology 5(2): 233-242.

Wilson, M. J., L. A. Hughes, G. M. Hamacher, L. D. Barahona, and D. M. Glen. 1996. Effects of soil incorporation on the efficacy of the rhabditid nematode, *Phasmarhabditis hermaphrodita*, as a biological control agent for slugs. Annals of Applied Biology 128(1): 117-126.

Wilson, C. L., J. M. Solar, A. El-Ghaouth, and M. E. Wisniewski. 1997. Rapid evaluation of plant extracts and essential oils for antifungal activity against *Botrytis cinerea*. Plant Dis. 81(2): 204-210.

Wraight, S. P., R. I. Carruthers, S. T. Jaronski, C. A. Bradley, C. J. Garza, and S. Galaini-Wraight. 2000. Evaluation of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* for microbial control of the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. Biological Control 17(3): 203-217.

Wolfhechel, H. and D. F. Jensen. 1992. Use of *Trichoderma harzianum* and *Gliocladium virens* for the biological control of post-emergence damping-off and root rot of cucumbers caused by *Pythium ultimum*. Journal of Phytopathology 136(3): 221-230.

Wu, E. F., G. R. Jinan, and M. Q. Wang. 1992. Effects of virucide, TS, in preventing and curing tomato mosaic virus disease. In C. L. Foy (Ed.) "Adjuvants for Agrichemicls"; pp. 643-648. CRC Pr., Inc., Boca Roton, Florida.

Wulff, E. G., C. M. Mguni, C. N. Mortensen, C. L. Keswani, and J. Hockenhull. 2002. Biological control of black rot (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) of brassicas with an antagonistic strain of *Bacillus subtilis* in Zimbabwe. Europ. J. Plant Pathol. 108: 317-325.

Wurms, K., C. Labbé, N. Benhamou, and R. R. Bélanger. 1999. Effects of Milsana and benzothiadiazole on the ultrastructure of powdery mildew haustoria on cucumber. Phytopathology 89: 728-736.

Wyman, J. A., N. C. Toscano, K. Kido, H. Johnson, and K. S. Mayberry. 1979. Effects of mulching on the spread of aphid-transmitted watermelon mosaic virus to summer squash. Ent. Soc. Amer. 72: 139-143.

Xi., K., J. H. G. Stephens, and P. R. Verma. 1996. Application of formulated rhizobacteria against root rot of field pea. Plant Pathology 45(6): 1150-1158.

Xiao, C. L., K. V. Subbarao, K. F. Schulbach, and S. T. Koike. 1998. Effects of crop rotation and irrigation on *Verticillium dahliae* microsclerotia in soil and wilt in cauliflower. Phytopathology 88: 1046-1055.

Xie, B. Y., H. X. Li, and L. X. Feng. 2002. Induction of resistance to *Phytophthora capsici* in pepper plants by DL-β-amino-butyric acid. (In Chinese with English summary). Acta. Hort. Sinica 29(2): 137-140. c. a. Rev. Plant Pathol. 81(11): Abstr. 11365; 2002.

Xu, H. L., R. Wang, M. A. U. Maridha, and U. Umfmura. 2001. Phytopthora resistance of tomato plants grown with EM Bokashi, pp. 259-264. In: Y. D. A. Senanayake and U. R. Sangakkara (Eds.). Sixth International Conference on Kyusei Nature Farming. International Nature Farming Research Centre, Atami, Japan.

Yamamoto, M., S. Nakatsuka, H. Otani, K. Kohmoto, and S. Nishimura. 2000. (+)-Catechin acts as an infection-inhibiting factor in strawberry leaf. Phytopathology 90: 595-600.

Yamazaki, H. 2001. Relation between resistance to bacterial wilt and calcium nutrition in tomato seedlings. JARQ, Jap. Agric. Res. Quart. 35(3): 163-169.

Yan, Z., M. S. Reddy, C. M. Ryu, J. A., McInroy, M. Wilson, and J. W. Kloepper. 2002. Induced systemic protection against tomato late blight elicited by plant growth-promoting rhizobacteria. Phytopathology 92: 1329-1333.

Yandoc-Ables, C. B., E. N. Rosskopf, and E. M. Lamb. 2007. Management of Phytophthora crown rot in pumpkin and zucchini seedlings with phosphonates. Plant Disease 91(12): 1651-1656.

Yang, S. S. and C. H. Jim. 1996. Studies on cross protection of Fusarium wilt of cucumber. IV Protective effect by a nonpathogenic isolate of *Fusarium oxysporum* in a greenhouse and fields. Korean Journal of Plant Pathology 12(2): 137-141. c. a. Hort. Abstr. 67(7): 5912; 1997.

Yang, B., G. Yonghong, G. Yurong, and Z. Jie. 2007. Posthorvest harpin treatment suppresses decay and induces the accumulation of defense-related enzymes in hami melons. Acta. Hort. No. 731: 439-450.

Yassin, A. M. 1983. A review of factors influencing control strategies against tomato leaf curl virus disease in the Sudan. Tropical Pest Management 29: 253-256.

Yeom, J. R. and C. S. Park. 1995. Enhancement of plant growth and suppression of damping-off of cucumber by low temperature growing *Pseudomonas fluorescens* isolates. Korean Journal of Plant Pathology 11(3): 252-257. c. a. Rev. Plant Path. 75(1): 483; 1997.

Yoshida, K. and T. Goto. 1987. Development of practical methods for control of a disease caused by melon necrotic spot virus. (In Japanese). Research Bulletin of the Hokkaido National Agricultural Experiment Station No. 148: 75-83.

Yoshida, H., T. Yamada, and N. Mizuno. 1994. Influence of exchangeable aluminium and soluble silica in soil on the disease development of potato common scab. (In Japanese with English summary). Annals of the Phytopathological Society of Japan 60(5): 630-635. (c. a. Rev. Plant Path. 1995, 74: 4328).

Younis, N. A. 2005. Mycoparasitism of *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma longibrachiatum* on *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. Bull. Fac. Agric., Cairo. Univ. 56: 201-220.

Yuan, C. and D. E. Ullman. 1996. Comparison of efficiency and propensity as measures of vector importance in zucchini yellow mosaic potyvirus treansmission by *Aphis gassypii* and *A. craccivora*. Phytopathology 86: 698-703.

Yucel, S. 1995. A study on soil solarization and combined with fumigant application to control phytophthora crown blight (*Phytophthora capsici* Leonian) on peppers in the East Mediterranean region of Turkey. Crop Protection 14(8): 653-655.

Yuen, G. Y., J. R. Steadman, D. T. Lindgren, D. Schaff, C. Jochum. 2001. Bean rust biological control using bacterial agents. Crop. Protection 20(5): 395-402.

Yun, X. F., R. X. Li, L. G. Ma, and X. W. Huo. 1997. Induced resistance to downy mildew in cucumber by chemicals. (In Chinese with English summary). Acta Phytophylacia Sinica 24(2): 159-163. c. a. Rev. Plant Path. 77(6): 4953; 1998.

Zamir, D., Y. Zakay, M. Zeidan, and H. Czosnek. 1991. Combating the tomato yellow leaf curl virus in Istrael: the agrotechnical and the genetics approaches, pp. 9-13. In: H. Laterrot and C. Trousse (eds.). Resistance of the tomato to TYLCV. INRA, Montfavet, France.

Zehnder, G. W., C. B. Yao, J. F. Murphy, E. R. Sikora, and J. W. Kloepper. 2000. Induction of resistance in tomato against cucumber mosaic cucumovirus by plant growth-promoting rhizobacteria. Biocontrol 45(1): 129-137.

Zehnder, G. W., J. F. Murphy, E. J. Sikora, and J. W. Kloepper. 2001. Application of rhizobacteria for induced resistance. European Journal of Plant Pathology 107: 39-50.

Zhang, X. J., J. S. Wang, and Z. D. Fang. 1993. Control of potato soft rot (*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* (Jones) Dye) by copper sulphate and its effect on some enzymes in tubers. (In Chineese with English summary). Acta Phytopathological Sinica 23(1): 75-79. (c. a. Rev. Plant Path. 73(2): 1031.

Zhang, W., D. Y. Han, W. A. Dick, K. R. Davis, and H. A. T. Hoitink. 1998. Compost and compost water extract-induced systemic acquired resistance in cucumber and arabidopsis. Phytopathology 88: 450-455.

Zhang, Z. Y., G. H. Dai, Y. Y. Zhuge, and Y. B. Li. 2007. Protective effect of *Robinia pseudoacacia* Linnl extracts against cucucumber powdery mildew fungus, *Sphaerotheca fuliginea*. Crop Protection 27(6): 920-925.

Zhao, Y., K. Tu, X. F. Shao, W. Jing, J. L. Yang, and Z. P. Su. 2008. Biologyical control of the post-harvest pathogens *Alternaria solani*, *Rhizopus stolonifer*, and *Botrytis cinerea* on tomato fruit by *Pichia guilliermondii*. J .Hort. Sci. & Biotechnol. 83(1): 132-136.

Zhao, Y., K. Tu, X. Shao, W. Jing, and Z. Su. 2008. Effects of the yeast *Pichia guilliermondii* against *Rhizopus nigricans* on tomato fruit. Postharvest Biology and Technology 49(1): 113-120.

Zhou, X. G. and K. L. Everts. 2007. Effects of host resistance and inoculum density on the suppression of fusarium wilt of watermelon induced by hairy vetch. Plant Dis. 91: 92-96.

Ziv. O., C. Shifris, S. Grinberg, E. Fallik, and A. Sadeh. 1994. Control of *Leveillula taurica* mildew (*Oidiopsis taurica*) on pepper plants (In Arabic with English summary) Hassadeh 74(5): 526-532. (c. a. Rev. Plant Path. 1994, 74: 5782).

Zuckerman, B. M., M.B. Dicklow, and N.A. Acosta. 1993. A strain of *Bacillus*

thuringiensis for the control of plant-parasitic nematodes. Biocontrol Science and Technology 3(1): 41-46. (c. a. Hort. Abstr. 1994, 64: 2020).

Zuniga, T. L., T. A. Zitter, T. R. Gordon, D. T. Schroeder, and D. Okamoto. 1997. Characterization of pathogenic races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* causing fusarium wilt of melon in New York. Plant Dis. 81: 592-596.